

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Машине и алати у ОМД

Број индекса: 80/2015

Душан Д. Ризнић
Кривајне пресе
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Весна Мандић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

Опише принцип рада и наведе основне карактеристике кривајних преса, укаже на могуће недостатке и грешке при производним процесима (добивању готових производа, жељених делова одређене геометрије), опише подручје примене и изврши поделу кривајних преса за обраду лима, кривајних преса за хладно запреминско деформисање и кривајних преса за топло запреминско деформисање и детаљно их опише.

Препоручена литература:

[1] Драгиша Вилотић, Мирослав Планчак, *Машине за обраду деформисањем - Кривајне пресе (Crank presses)*, ФТН Издаштво, Нови Сад, 2010.

Крагујевац, датум

Ментор:

Проф. Др Весна Мандић

Садржај

Резиме	1
Abstract	2
1. Увод	3
2. Принцип рада и основне карактеристике	4
3. Врсте и подела кривајних преса	7
4. Кривајне пресе за обраду лима	9
4.1. Универзалне кривајне пресе	9
4.2. Пресе за раздвајање лима	10
4.2.1. Пресе за раздвајање лима вишепозиционим алатима	11
4.2.2. Пресе за фино просецање	12
4.2.3. Преса за операције раздвајања лима са доњим погоном	15
4.2.4. Пресе за исецање припремака	16
4.2.5. Брзоходне пресе	17
4.2.6. Пресе за исецање динамо лимова	18
4.2.7. Пресе за перфорирање лима	20
4.2.8. Пресе за парцијално раздвајање - сецкалице	22
4.2.9. Маказе са правим ножевима	25
4.3. Кривајне пресе за савијање лима	28
4.3.1. Пресе за профилно савијање	29
4.3.2. Аутоматске пресе за раздвајање и савијање	31
4.4. Кривајне пресе за дубоко извлачење	33
4.4.1. Пресе једноструког дејства	34
4.4.2. Пресе вишеструког дејства	35
4.5. Пресе за утискивање и рељефно обликовање лима	38
4.6. Пресе за обликовање лима вишепозиционим алатом	39
4.7. Вишепозиционе пресе за обликовање лима	40
4.8. Пресе за обликовање великих делова од лима	42
4.8.1. Обликовање великих делова пресама са вишепозиционим алатом	42
4.8.2. Вишепозиционе пресе за обликовање великих делова	43
4.8.3. Аутоматске линије за израду великих делова	45
5. Кривајне пресе за хладно запреминско деформисање	46
5.1. Пресе за хладно истискивање	47
5.1.1. Ексцентарске пресе	48
5.1.2. Пресе са линк погонским механизмом	49
5.1.3. Преса за хладно истискивање са кривајно-лактастим погонским механизмом	50

5.1.4. Пресе за истискивање танкозидних посуда	51
5.2. Пресе за калибрисање, утискивање и хладно ковање.....	52
5.2.1. Пресе за калибрисање и утискивање	52
5.2.2. Пресе за ковање новца	53
5.3. Хоризонталне вишепозиционе пресе	54
5.4 Маказе за профиле	56
5.4.1. Маказе за ломљење профила.....	57
5.4.2. Комбиноване маказе	58
6. Кривајне пресе за топло запреминско деформисање.....	60
6.1. Вертикалне ковачке пресе	60
6.2 Вертикалне вишепозиционе пресе.....	61
6.3. Пресе за опсецање	62
6.4. Хоризонталне ковачке машине	63
6.5. Хоризонталне аутоматске вишепозиционе пресе	64
6.6. Машине за радијално ковање	65
7. Закључак.....	66
Литература	67

Резиме

У овом раду се нешто више разматрају кривајне пресе. Детаљно се описује начин функционисања, као и њихове карактеристике. Прави се паралела између одређених врста преса и наводе се њихове предности и мане приликом експлоатације, али се наводе и области примене. Сликовито се представљају различите кривајне пресе, али и њихове шеме које омогућавају лакше разумевање како саме кривајне пресе функционишу.

Кључне речи: кривајна преса, ексцентарска преса, кривајни механизам, ексцентарско вратило.

Abstract

In this paper, the crank presses are somewhat more discussed. The way of their functioning and their characteristics are described in detail. There is a parallel between certain types of presses and their advantages and disadvantages are noted, but also the areas of application are stated. Images of different crank presses, as well as their schemes are presented, which enable easier understanding of how the crank presses function.

Key words: crank press, eccentric press, crank mechanism, eccentric shaft.

1. Увод

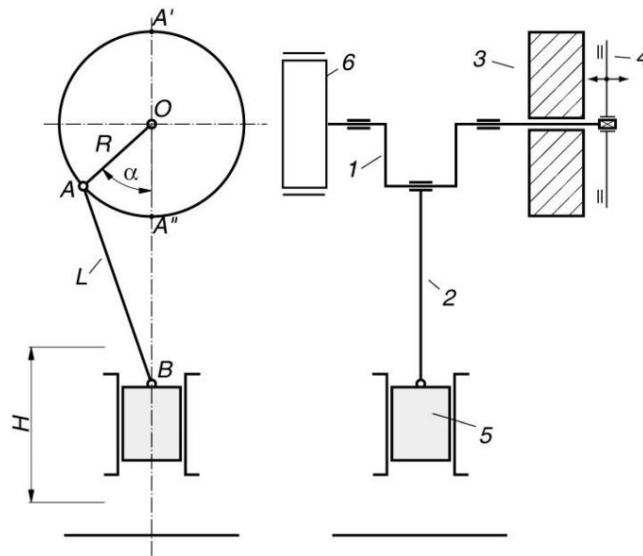
Кривајне пресе се у металопрерађивачкој индустрији користе за извршавање различитих технолошких операција које захтевају посебне кинематске и динамичке услове. Спадају у машине које имају механички погонски систем. Код ових преса се обртно кретање вратила, преко кривајног механизма, претвара у праволинијско кретање притискивача. Тај кривајни механизам обртни момент кривајног вратила претвара у силу на притискивачу пресе.

Завршни рад је конципиран тако да се представе основне карактеристике кривајних преса и њихово подручје примене, као и да се опишу кривајне пресе за обраду лима, кривајне пресе за хладно запреминско деформисање и кривајне пресе за топло запреминско деформисање.

Теоретски део је замишљен тако да се прикаже детаљан опис и шеме сваке од наведених кривајних преса, као њихове предности и мане.

2. Принцип рада и основне карактеристике

Основне карактеристике код кривајних преса су ход алата H и номинална енергија W_n [1]. На слици 2.1 је приказана шема кривајног погонског система.



Слика 2.1 *Шема кривајног погонског система [1]*

Елементи који су приказани на слици су: криваја (1) полупречника R , кривајна полука (2) дужине L , замајак (3), спојница (4), притискивач пресе (5) и кочница (6). Замајак (3) се непрестано обрће око осе вратила и он представља акумулатор механичке енергије. Када се споје замајак (3) и кривајно вратило (1) помоћу спојнице (4), тада се кретање и енергија преносе на кривајну полуку (2) и потом на притискивач кривајне пресе (5).

Угао α одређује положај криваје. Пун ход притискивача ($H = 2R$) пресе је остварен када криваја из горње мртве тачке (A') и притискивач који се такође налази у крајњем горњем положају (B') дођу у доњу мртву тачку (A'') и притискивач пресе у крајњи доњи положај (B''). Када криваја изврши наставак обртања од тачке A'' до A' , притискивач се враћа у горњи положај. Он се потом зауставља и задржава у горњој мртвој тачки помоћу кочнице (6).

Притискивач извршава двојни ход, а то је најмањи пут који притискивач мора да пређе ($H = 2R$), са тим што извођење двојног хода омогућује један краткотрајан импулс управљачког механизма. Притискивач такође може имати и узастопни режим рада. Тај режим рада је могуће остварити ако се спојница дуже задржи у укљученом положају, па се онда двојни ходови непрекидно ређају један за другим. Број двојних ходова притискивача одређује број обртаја криваје у јединици времена. Ако је величине криваје непроменљива, односно полупречник криваје је $R = const.$, онда се не може мењати ни величина хода притискивача пресе H . Ексцентарске пресе, које спадају у ту групу машина, имају одређену величину ексцентрицитета (величина криваје R) и тај ексцентрицитет може да се мења у одређеним границама, што може довести до промене хода притискивача пресе [1].

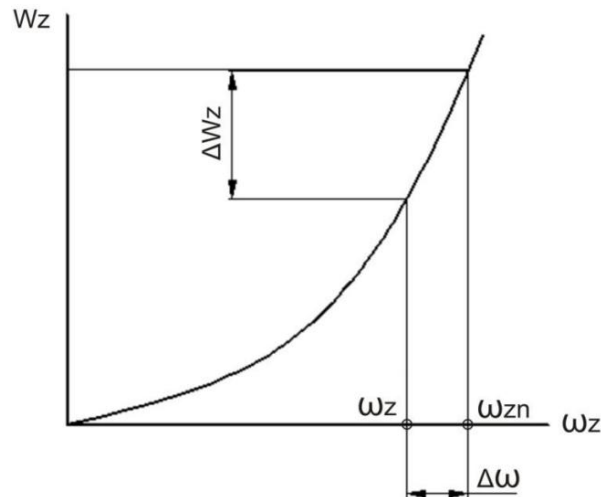
Замајац има кинетичку енергију која зависи од момента инерције истог (J_z) и његове угаоне брзине (ω_z):

$$W_z = E_{kz} = \frac{1}{2} J_z \omega_z^2$$

Када се укључи спојница долази до почетка кретања криваје и притискивача, односно долази до процеса деформисања. Тада се акумулирана енергија троши, а смањује се угаона брзина замајца, па се рад деформације и енергетски губици покривају из ослобођене енергије замајца:

$$\Delta W_z = \frac{1}{2} J_z (\omega_{zn}^2 - \omega_z^2)$$

где су: ω_{zn} номинална угаона брзина замајца, а ω_z тренутна угаона брзина замајца [1]. На слици 2.2 је дата кинетичка енергија замајца:



Слика 2.2 Кинетичка енергија замајца [1]

Кривајне пресе су машине које непотпуно искоришћавају енергију коју даје замајцац, због тога што се потрошња енергије (замајца) ограничава у једном двојном ходу. Тада се спречава прекорачење потрошње енергије, што помаже да не дође до заустављања погонског система пресе. У празном ходу се изводи надокнада потрошене енергије односно „пуњење“ замајца. Ако је потрошња енергије коју обезбеђује замајцац у једном радном ходу већа, онда је потребно више времена да дође до „опоравка“ замајца, што може довести до већег застоја између два циклуса, што може обезбедити да не дође до „гушења“ кривајне пресе.

Кривајне пресе имају радни циклус који се састоји од времена које је потребно за извођење двојног хода (t_{dv}) и времена које је потребно за послуживање машине односно времена застоја (t_z):

$$t_c = t_{dv} + t_z$$

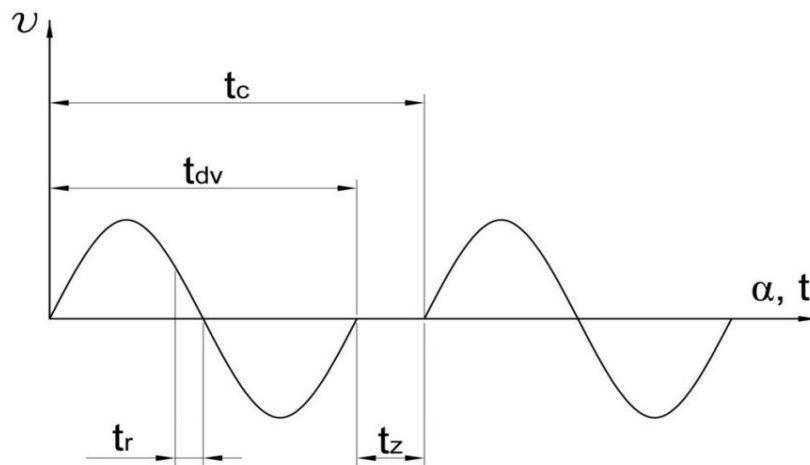
Време које је потребно да се изведе један двојни ход притискивача кривајне пресе (t_{dv}) износи:

$$t_{dv} = \frac{60}{n_n} [s]$$

где је n_n номинални број двојних хода у минути, док број стварно изведених хода у јединици времена (n_{stv}) може да буде мањи или једнак номиналном броју двојних хода. Ако је мањи број стварно изведених хода у јединици времена (n_{stv}), онда је пауза између радних циклуса већа и обрнуто.

Да би се помоћне операције могле извршавати на кривајним пресама, време застоја мора бити довољно велико да се може обавити производни процес и послуживање пресе (изношење из алата готов комад, постављање новог припремка, ...).

Такође, „освеживање“ замајца енергијом се при томе може остварити само ако је време застоја довољно дуго, што доводи до тога да се може постићи номинални број обртаја замајца [1]. На слици 2.3 је дат радни циклус кривајних преса:



Слика 2.3 Радни циклус кривајних преса [1]

Ако кривајна преса ради у непрекидном (узастопном) режиму, време радног циклуса је једнако времену које је потребно за извођење једног двојног хода ($t_z = t_{dv}$), па је тада време застоја нула $t_z = 0$, а број стварно изведених хода у јединици времена једнак номиналном броју хода $n_{stv} = n_n$.

Време за које се активно изводи операција деформисања t_r је доста краће од времена за које се изводи радни циклус и одређени су изразом:

$$t_r = \frac{\alpha_r}{\omega}$$

где α_r представља угао криваје у радном ходу, а ω представља угаону брзину криваје. Код кривајне пресе време празног хода представља разлику времена за које се обави радни циклус и времена за које се обави радни ход:

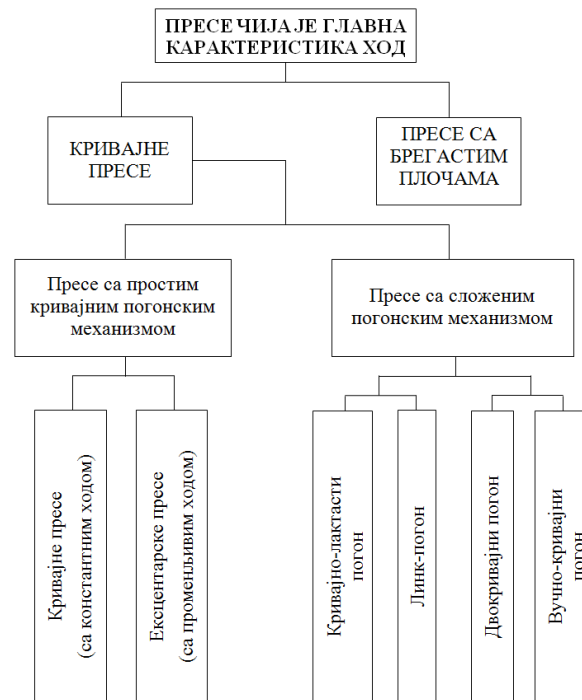
$$t_{ph} = t_c - t_r$$

Кривајне пресе које користе прост кривајни механизам се користе највише у технологији пластичног деформисања, иако имају поједине недостатке. Брзоходност, односно могућност извођења великог броја хода у јединици времена, доприноси да ова особина обезбеђује кривајним пресама високу продуктивност и производност. Зато се кривајне пресе производе у великом броју конструкторских и техничких варијанти где поседују широки дијапазон техничких карактеристика. Подручје примене ових кривајних преса у технологији пластичног деформисања је веома широко. Кривајне пресе се користе за операције обраде лима и запреминског деформисања које могу бити у хладном и топлом стању [1].

3. Врсте и подела кривајних преса

Подела кривајних преса се може извршити према различитим критеријумима, а један од критеријума је ход пресе. На слици 3.1 су дате врсте механичких преса које су ограничене ходом. Пресе чија је главна карактеристика ход се могу поделити на [1]:

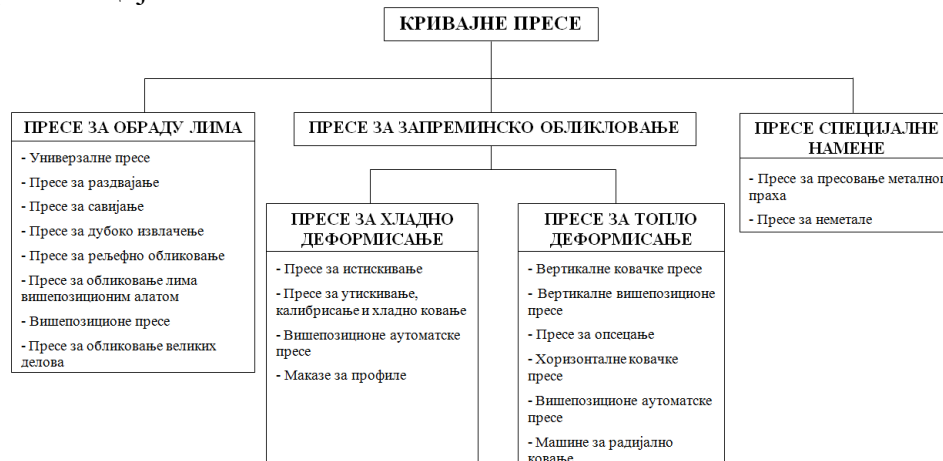
1. Пресе са кривајним механизмом - кривајне пресе, а оне могу да буду:
 - пресе са простим кривајним механизмом (кривајне и ексцентар пресе);
 - пресе са сложеним кривајним механизмом.
2. Пресе које погон добијају преко брегасте плоче.



Слика 3.1 Врсте механичких преса ограничене ходом [1]

Кривајне пресе се могу поделити према њиховој технолошкој намени и према томе се ове пресе могу разврстати у три групе, док је на слици 3.2 дата детаљнија подела кривајних преса [1]:

1. Кривајне пресе за обраду лима;
2. Кривајне пресе за запреминско обликовање;
3. Пресе специјалне намене.



Слика 3.2 Подела кривајних преса [1]

Запреминско деформисање због својих виших деформационих сила и деформационог рада захтевају кривајне пресе које имају робуснију конструкцију и већу крутост, али зато ове пресе поседују радни простор мањих димензија. Кривајне пресе које се користе за обраду лима поседују мању крутост, али зато имају већи радни простор за алат, затим дуже ходове притискивача и веће спољашње димензије [1].

Кривајне пресе на основу начина послуживања, режима рада и транспорта материјала могу бити [1]:

- *Кривајне пресе са ручним послуживањем* које имају појединачни режим рада и код којих се постављање припремка, међуоперацијски транспорт обрадака и изношење готовог комада и отпадака изводи ручно и то уз застој машине;
- *Аутоматске кривајне пресе* које поседују уређаје који могу аутоматски додавати материјал, обављати међуоперацијски транспорт и износити одрађен комад и отпадни материјал. Ове кривајне пресе раде у непрекидном (узастопном) режиму рада и без застоја притискивача;
- *Кривајне пресе интегрисане у аутоматске производне линије* које раде у непрекидном режиму и сви уређаји за транспорт и припрему материјала (додавач материјала, машина за исправљање материјала, машина за прање и подмазивање материјала, маказе за одсецање припремка, уређај за загревање припремка и др.) који су потребни им претходе. Иза кривајне пресе постоје помоћни уређаји и машине које омогућују изношење обрадака, њихово прање, сортирање и паковање, одношење отпада, ...

Кривајне пресе могу бити класификоване и преко одређених конструкционо-техничких критеријума [1]:

- а) Према броју дејстава се могу поделити на:
 - кривајне пресе једноструког дејства,
 - кривајне пресе вишеструког дејства,
- б) Положај погона код кривајних преса се може поделити на:
 - горњи положај погона,
 - доњи положај погона,
- с) Број погонских криваја код кривајних преса се може поделити на:
 - једну погонску кривају,
 - две погонске криваје,
 - четири погонске криваје,
- д) Према облику носеће структуре кривајних преса на:
 - отворену носећу структуру,
 - затворену носећу структуру,
- е) Положај кривајног вратила у односу на носећу структуру може бити:
 - попречан у односу на фронталну раван,
 - уздужни у односу на фронталну раван.

4. Кривајне пресе за обраду лима

У операције обраде лима спадају пробијање и просецање, одсецање, савијање, дубоко извлачење, рељефно обликовање и развлачење. Техничке карактеристике кривајних преса које се користе за обраду лимова зависе од њихове намене односно технолошких операција које оне изводе, посебно када се гледа број дејстава, број ходова у јединици времена, параметара и процеса, тј. производности која се захтева [1].

У кривајне пресе за обраду лима спадају [1]:

1. Универзалне пресе;
2. Пресе и маказе за раздвајање;
3. Пресе за савијање;
4. Пресе за дубоко извлачење;
5. Пресе за утискивање и рељефно обликовање;
6. Пресе за обликовање вишепозиционим алатом;
7. Вишепозиционе пресе;
8. Пресе за обликовање великих делова и др.

4.1. Универзалне кривајне пресе

Универзалне кривајне пресе спадају међу најзаступљеније машине које се користе за обраду деформисањем. Ове пресе су једноструког дејства и праве се у више конструкционих варијанти са различитим техничким карактеристикама. Користе за различите операције обраде лима као што су пробијање и просецање, савијање, дубоко извлачење, рељефно обликовање, итд. [1].

Универзалне кривајне пресе се деле у две групе [1]:

1. Универзалне кривајне пресе које имају отворену носећу структуру и које се праве са номиналном силом од 100 kN до 2.500 kN;
2. Универзалне кривајне пресе које имају затворену носећу конструкцију и које се праве са номиналном силом од 400 kN до 4.000 (25.000) kN.

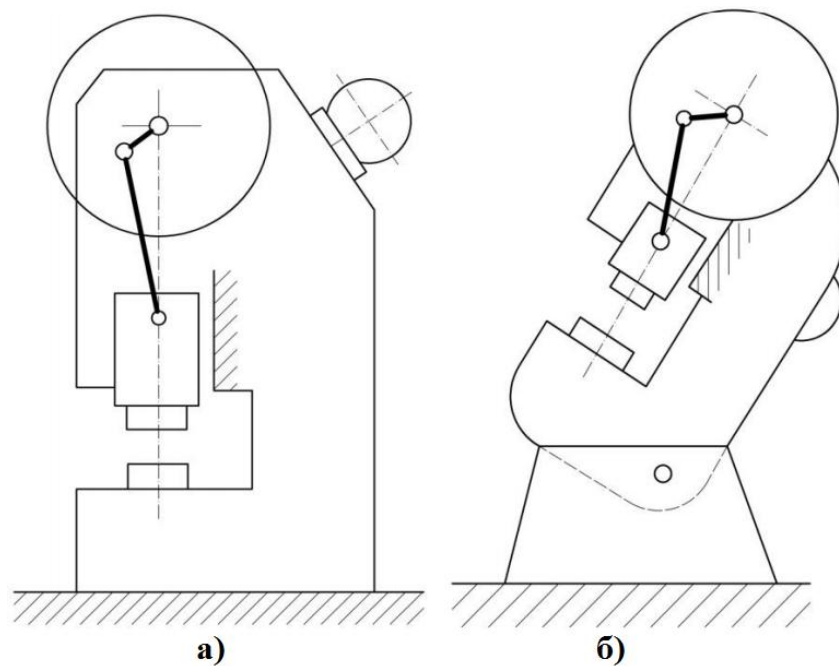
Универзалне кривајне пресе које имају отворену носећу структуру се могу даље поделити према основним конструкционим критеријумима [1]:

а) Према положају носеће структуре:

- вертикалне
- нагнуте (нагибне) пресе;

б) Према положају стола:

- пресе са непокретним столом
- пресе чији се сто подешава по висини.



Слика 4.1 Положај носеће структуре пресе: а) вертикална преса, б) нагнута преса [1]

Код ових преса величина криваје може бити константна ($R = const.$), или криваја може имати променљиву величину (ексцентарске пресе). Када се изврши промена величине криваје, то може довести до промена хода притискивача, али и до промена других статичких, кинематских и динамичких карактеристика пресе [1].

4.2. Пресе за раздвајање лима

За раздвајање лима се могу користити различите врсте кривајних преса, али се најчешће користе универзалне кривајне пресе, где се употребљавају специјални алати. У случају да постоје специјални захтеви у погледу димензија, величине серије и квалитета обрада, примењују се посебно конструисане пресе које поседују кривајни погонски механизам [1].

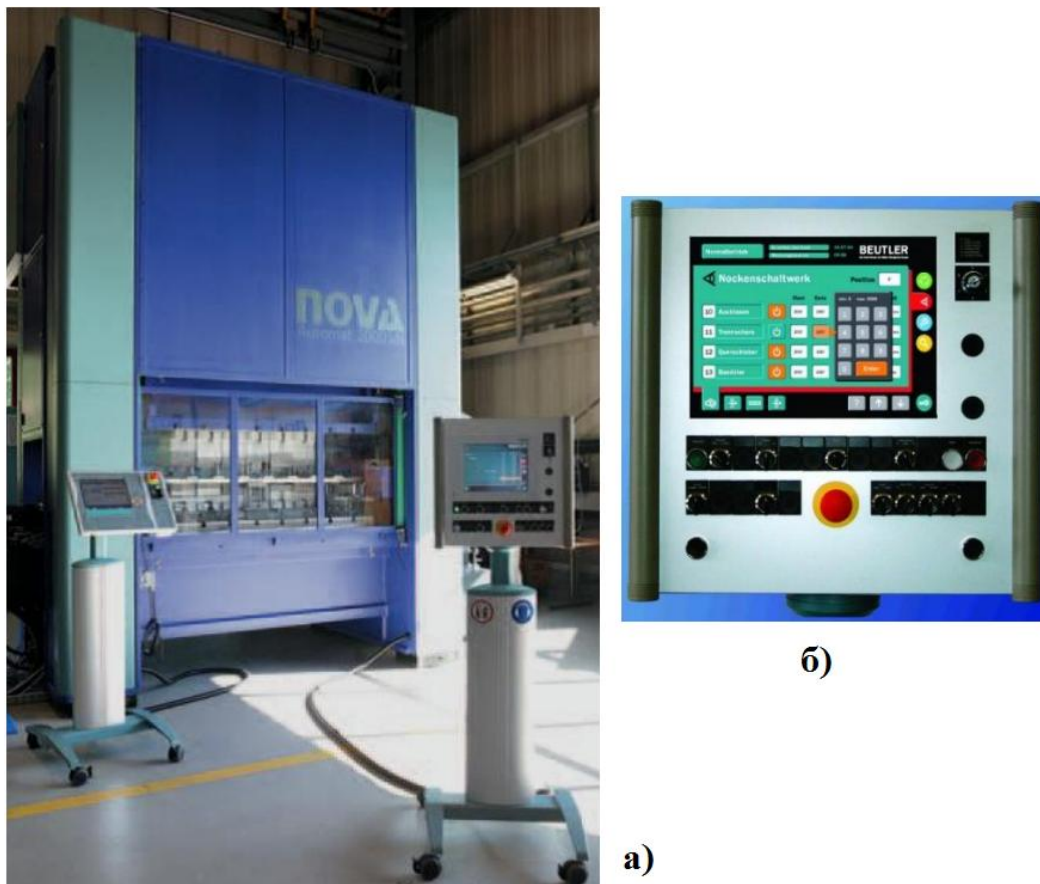
Поред универзалних преса, у групу кривајних преса за раздвајање лима спадају [1]:

1. Пресе за раздвајање са вишепозиционим алатима;
2. Пресе за фино просецање (ФП);
3. Пресе за операције раздвајања лима са доњим погоном;
4. Пресе за исецање припремака;
5. Брзоходне пресе;
6. Пресе за исецање динамо лимова;
7. Пресе за перфорирање лима;
8. Машине за раздвајање лима сепкањем;
9. Маказе.

4.2.1. Пресе за раздвајање лима вишепозиционим алатима

Код једноставнијих делова од лима на којима је потребно реализовати операције пробијања и просецања, могу се користити универзалне ексцентарске пресе.

Код сложенијих делова су потребне специјално пројектоване машине које поседују аутоматске додаваче траке лима и које користе вишепозиционе алате. Додавач пресе помера траку која врши транспорт обратка између фаза обраде и када обрадак стигне до последње фазе обраде, одваја се одсецањем. Готов комад се добија у једном ходу притискивача кривајне пресе [1].



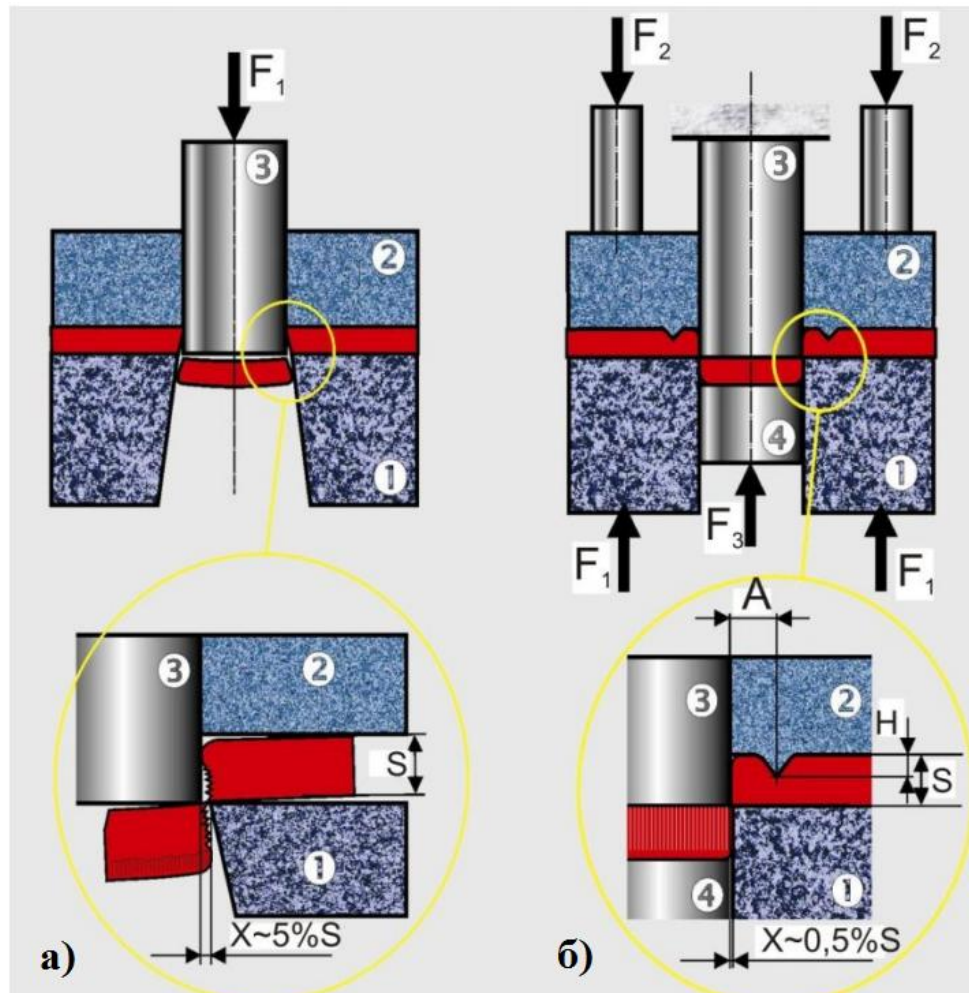
Слика 4.2 Ексцентарска преса са вишепозиционим алатом марке Beutler, модел NAD-3000:
а) преса, б) контролна табла [1]

На слици 4.2 је дата кривајна преса за раздвајање са вишепозиционим алатом са контролном таблом која врши компјутерско управљање пресом. Преса поседује велику крутост што омогућава израду делова са високом тачношћу. Може поседовати два погонска система, први који је класичан кривајни погонски систем (ексцентарски), а други погонски систем може бити модификован са сложеним кинематским механизмом. Преса поседује два погонска кривајна вратила који обртањем у супротним смеровима могу остварити уравнотежење инерцијалних сила и миран рад пресе. Производе се са номиналном силом од 1,25 MN до 5 MN, ширином стола од 1.400 mm до 3.000 mm и могу остварити до 150 ходава у минути.

Електронски управљани додавачи изводе транспорт траке. Преса поседује компјутерски систем управљања (CNC) који поред стандардних функција управљања, такође управља и помоћним системима пресе (системом заштите од преоптерећења, системом транспорта траке, итд.) [1].

4.2.2. Пресе за фино просецање

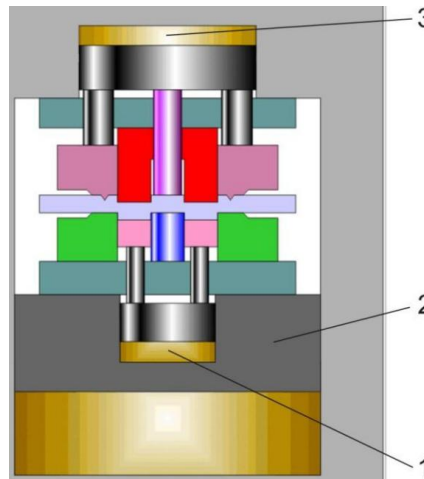
Код технологије финог просецања (у даљем тексту ФП) се омогућава израда делова од лима, чиме се обезбеђује доста бољи квалитет раздвојене површине него што то обезбеђује класично просецање. Ова технологија је посебно применљива код производње елемената прецизних механизма [1]. На слици 4.3 је приказано фино просецање материјала:



Слика 4.3 Просецање материјала: а) класично просецање, б) фино просецање;
 1 - матрица, 2 - водећа плоча (контурни зуб), 3 - прободјац, 4 - избацивач,
 F_1 - сила пробијања, F_2 - сила контурног зуба, F_3 - против сила [1]

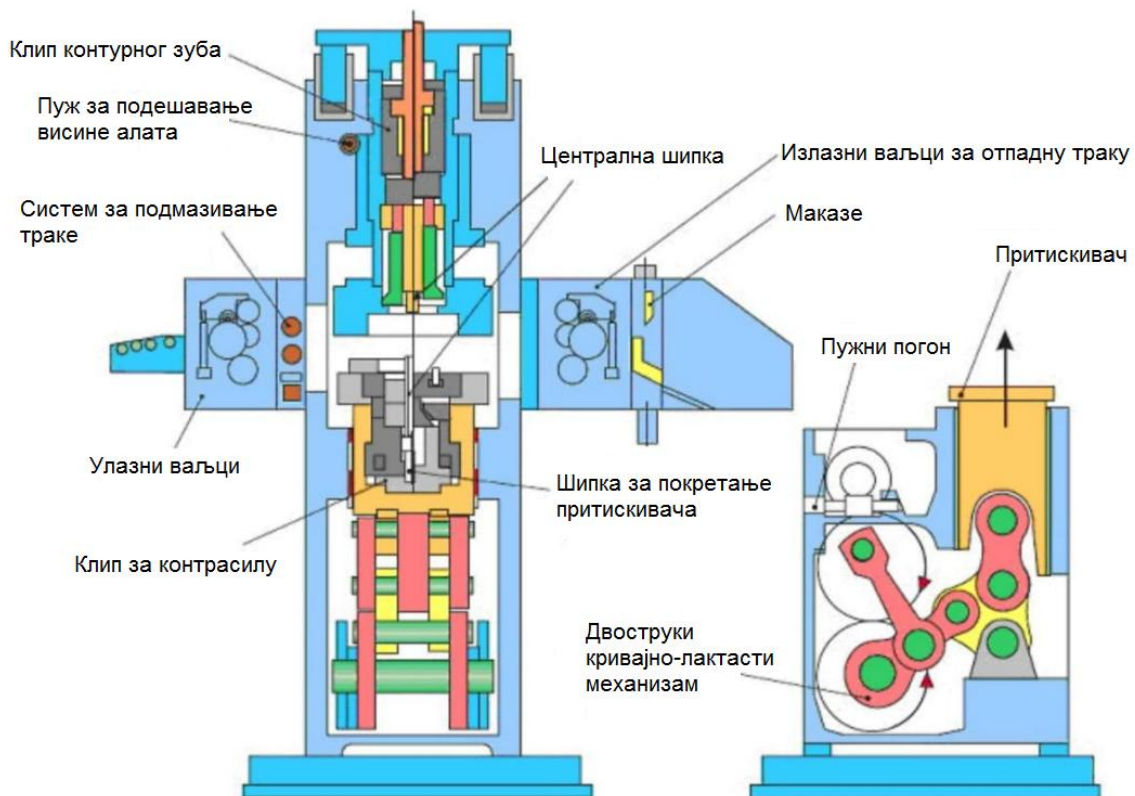
Применом специјалног алата и специјалне пресе која има троструко дејство, може се добити висок квалитет раздвојене површине ФП. Контурни зуб (2) заједно са притискивачем (3) и избацивачем (4) ствара притисне напоне у обратку и обезбеђује глатку раздвојену површину, што је приказано на слици 4.3.

На слици 4.4 је приказан принцип рада пресе за ФП. Хидраулични погон остварује силе контурног зуба и контра силе. Механичка преса остварује силу просецања дејством модификованог кривајног механизма. Хидрауличне пресе ову силу остварују хидрауличним погоном. У оба случаја се у горњем делу пресе (глави пресе) налази хидроцилиндар погона контурног зуба, а у притискивачу пресе се налази погонски цилиндар за контра силу [1].



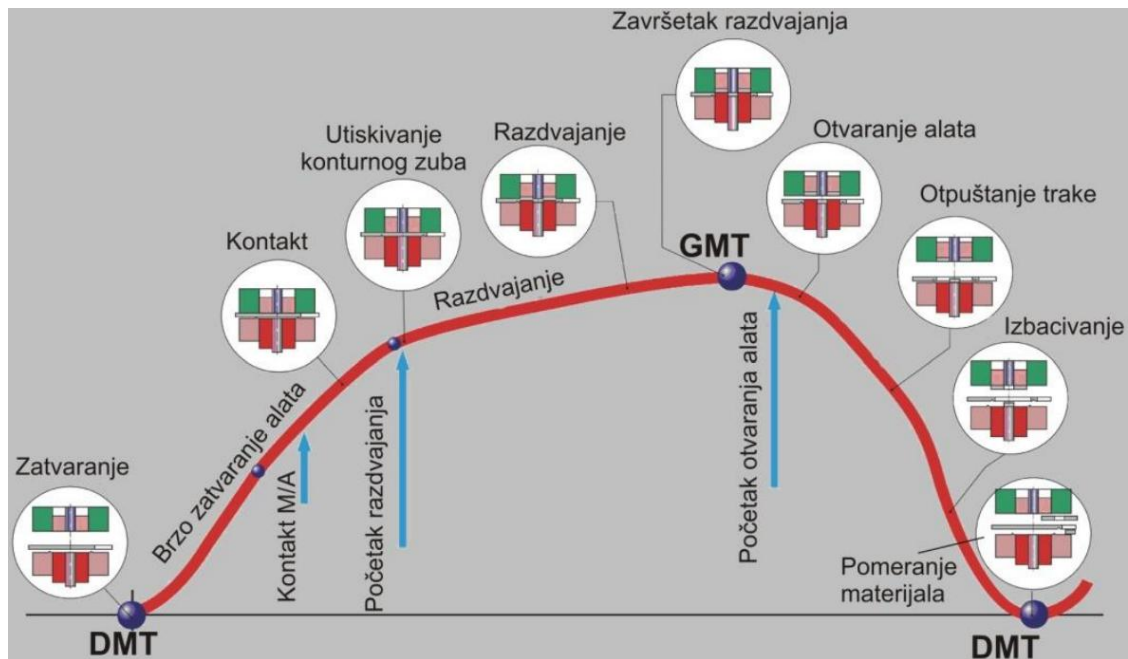
Слика 4.4 Принципијски цртеж пресе за ФП: 1 - механички погон стола, 2 - хидраулични погон избакивача, 3 - хидраулични погон контурног зуба [1]

Преса на којој се изводи процес ФП је троструког дејства. Сила просецања је главно дејство ове машине. Специјални кривајни-полужни механизам остварује ову силу. Тај механизам се састоји од више елемената, како би биле обезбеђене потребне кинематске карактеристике, тј. дијаграм брзине притискивача [1]. На слици 4.5 приказана је шема машине за фино просецање:



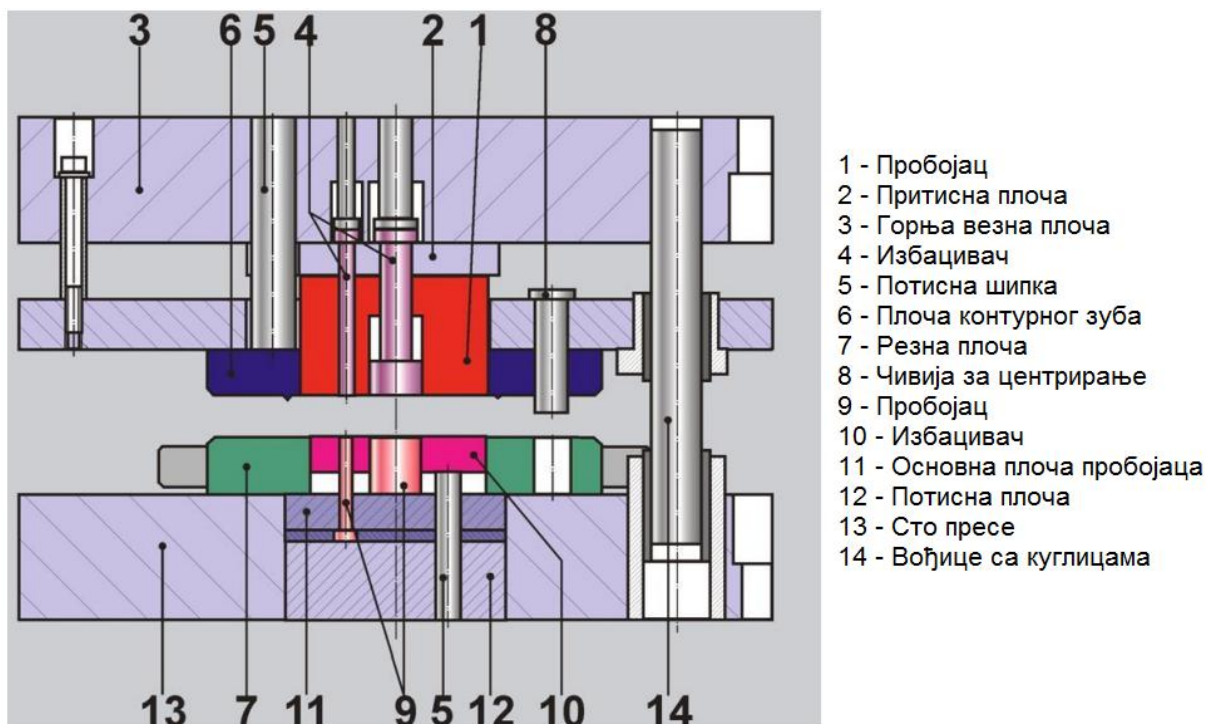
Слика 4.5 Шема машине за фино просецање [1]

На слици 4.6 је дата промена хода притискивача пресе у зависности од угла криваје. Ова промена хода може да дефинише дијаграм брзине. Кривајна преса поседује конструкцију кинематског механизма која може да обезбеди оптимални ток брзине, док се истовремено максимално скраћује радни циклус: брзо затварање алата, раздвајање при константној брзини и брзо повратно кретање притискивача кривајне пресе [1].



Слика 4.6 Дијаграм хода притискивача пресе за фино просецање [1]

Алати за ФП који чине важан део обрадних система и без њих се не би могле извршавати операције просецања. Пробојац (1) је постављен на горњу плочу и не креће се за време обраде и у сусрет му долази резна плоча (7) коју покреће притискивач пресе. Пробојце (9) са доње стране пресе покреће хидраулични цилиндар. Плоча (10) има двојну улогу и то да у фази просецања делује као притискивач, а затим као избацивач готовог комада. Шипка за центрирање (8) обезбеђује да се прецизно позиционира резна плоча (7) и плоча контурног зуба (6) пре почетка процеса просецања [1]. На слици 4.7 је приказана конструкција алата за фино просецање са непокретним притискивачем:

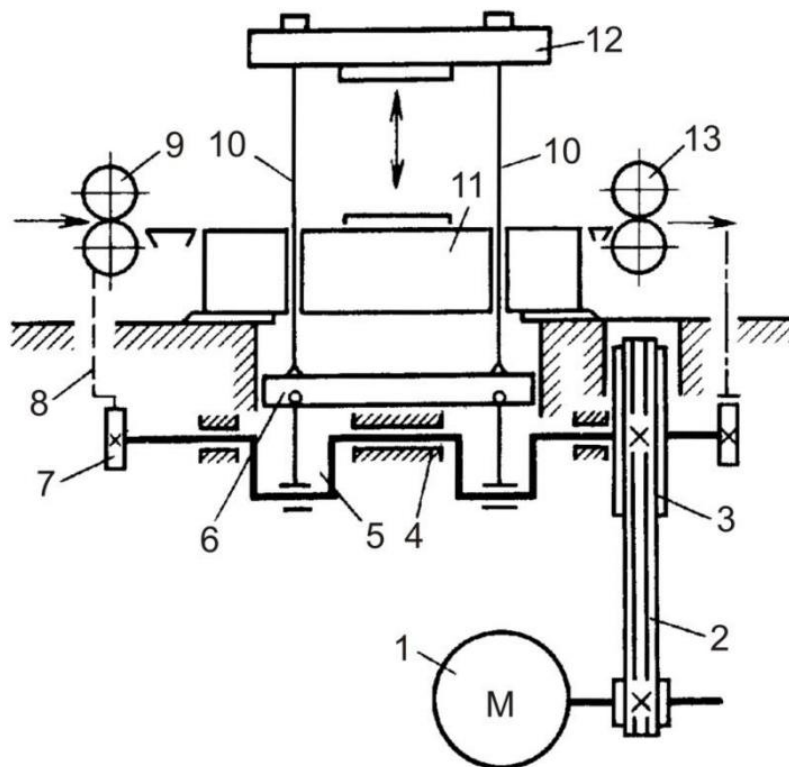


Слика 4.7 Алат за ФП са непокретним притискивачем [1]

4.2.3. Преса за операције раздвајања лима са доњим погоном

На аутоматима са доњим погоном се могу изводити и операције пробијања и просецања у комбинацији са операцијама једноставног обликовања (савијање и рељефно обликовање). Транспорт обратка се изводи са траком помоћу два пара ваљака (9) и (13), док је алат за обраду на овим пресама вишепозициони.

Погон аутомата је остварен преко електромотора (1), каишног преносника (2), замајца са спојницом (3), кривајног вратила (4), где се кретање са њега помоћу криваја (5) преноси на плочу (6) и вертикалне стубове (10), а потом на траверзу (12). На траверзи (12) је постављена покретна половина алата, а непокретна половина алата је постављена на сто (11). Погон ваљака и померање траке се остварује преко брегасте плоче (7) и система полуга (8) што је приказано на слици 4.8 [1]:



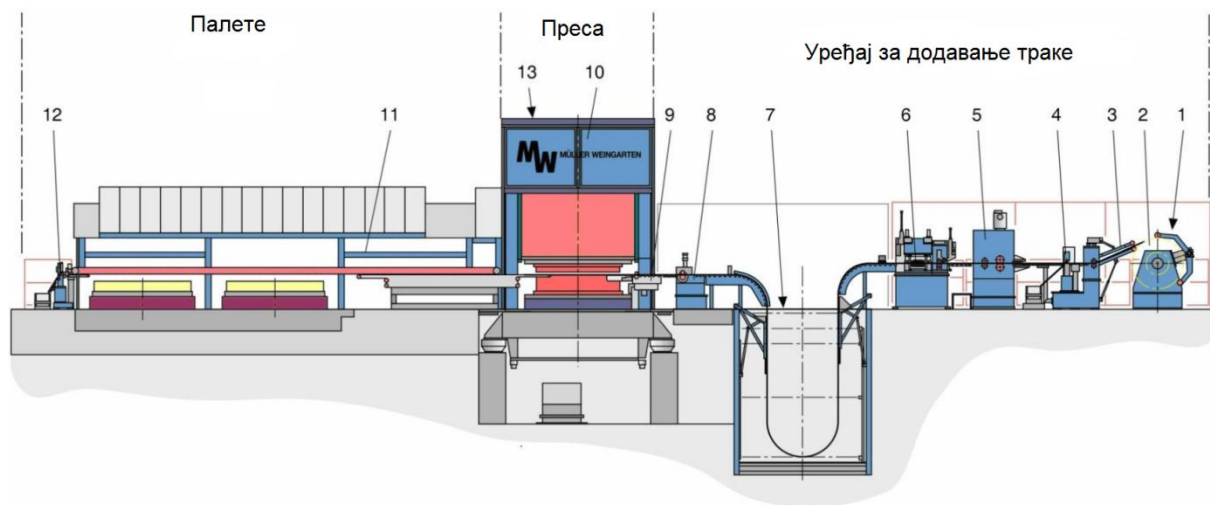
Слика 4.8 Шема аутоматске пресе са доњим погоном: 1 - електромотор, 2 - каишни преносник, 3 - замајак са спојницом, 4 - кривајно вратило, 5 - криваја, 6 - погонска плоча, 7 - брегаста плоча, 8 - полуге, 9 - улазни ваљци, 10 - стуб, 11 - сто, 12 - траверза, 13 - излазни ваљци [1]

Кривајне пресе које поседују доњи погон представљају старију конструкцију аутомата за раздвајање лима. Ове пресе имају прецизно вођење горњег дела алата у односу на доњи део, што омогућава већи век трајања алата. Номинална сила код ових преса се може кретати од 25 kN до 1.600 kN, док се број ходова креће од 400 до 1.000 у минути [1].

4.2.4. Пресе за исецање припремака

Израда делова од лима разним поступцима као што су савијање, дубоко извлачење, рељефно обликовање и др., се може извршити само ако се претходно исеку комади лима, тј. припремци.

Линија за исецање припремка сложене геометрије која се користи за потребе аутомобилске индустрије (велики делови) је приказана на слици 4.9. Лим који се одмотава са катура пролази кроз машину за прање (5), а потом следи исправљање на машини са ваљцима (6). Трака се додаје у пресу помоћу NC додавача (8) и ваљака (9). Исецање припремка се изводи на преси (10) помоћу специјалног алата, а потом следи слагање израђених комада помоћу уређаја који се састоји од две јединице - уздужне (11) и бочне (13) [1].



Слика 4.9 Линија за исецање припремка сложене геометрије марке Müller Weingarten:

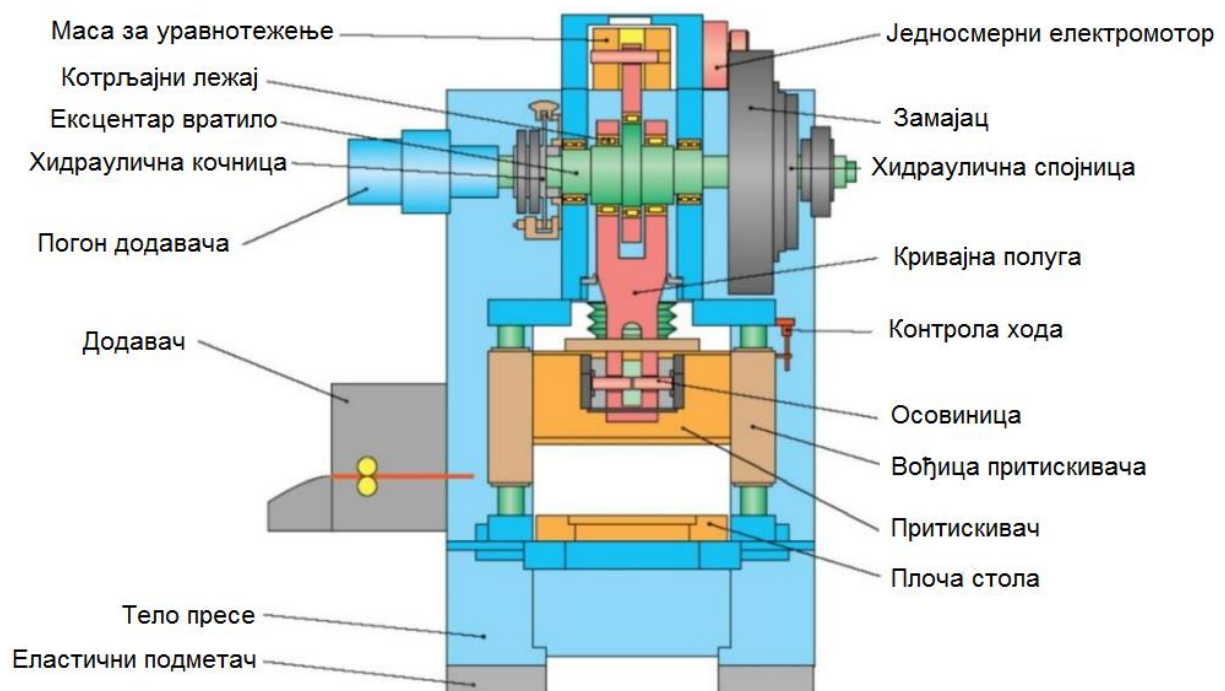
- 1 - припремна позиција за намотани лим, 2 - одмотач траке, 3 - уређај за увлачење лима, 4 - маказе за одсецање траке I, 5 - машина за прање лима, 6 - машина за исправљање лима, 7 - акумулациона петља, 8 - додавач, 9 - ваљци за додавање, 10 - преса, 11 - уздужна палета, 12 - маказе за одсецање траке II, 13 - бочна палета [1]

Преса (10) може бити кривајна или ексцентарска. Поседује сложени погонски механизам, код којег погон притискивача остварују две кривајне полуге. Зазори у лежајевима морају бити веома мали, јер те кривајне пресе морају да буду високо прецизне и доста продуктивне. Осам водећих летви обезбеђују веома прецизно вођење притискивача. Конструишу као пресе простог дејства и имају релативно мали ход [1].

4.2.5. Брзоходне пресе

За масовну производњу делова од лима се користе брзоходне пресе. Основне операције које се изводе на њима су раздвајање (просецање и пробијање) и савијање.

На слици 4.10 је приказана брзоходна преса са кривајним погонским механизмом. Поседује балансни систем који је постављен са супротне стране притискивача, а који обезбеђује неутрализовање инерцијалних сила који ствара притискивач покретног (горњег) дела алата, чиме се доводи до тога да оне могу остварити веома велики број ходова. Брзоходност ове пресе онда доводи и до брзог померања траке, што се обезбеђује додавачем који омогућава уздужно померање траке брзином и до 100 m у минути [1].



Слика 4.10 Брзоходна кривајна преса марке Schuler [1]

Потребно је да ход притискивача буде минималан, а то се може омогућити тако што се еластичне деформације у погонском систему и кућишту, као и вибрације у аксијалном правцу смање што је више могуће. Пошто је зазор између притискивача и матрице веома мали, такође је потребно да вибрације у хоризонталном правцу буду што мање. Вођење притискивача мора бити веома прецизно [1].

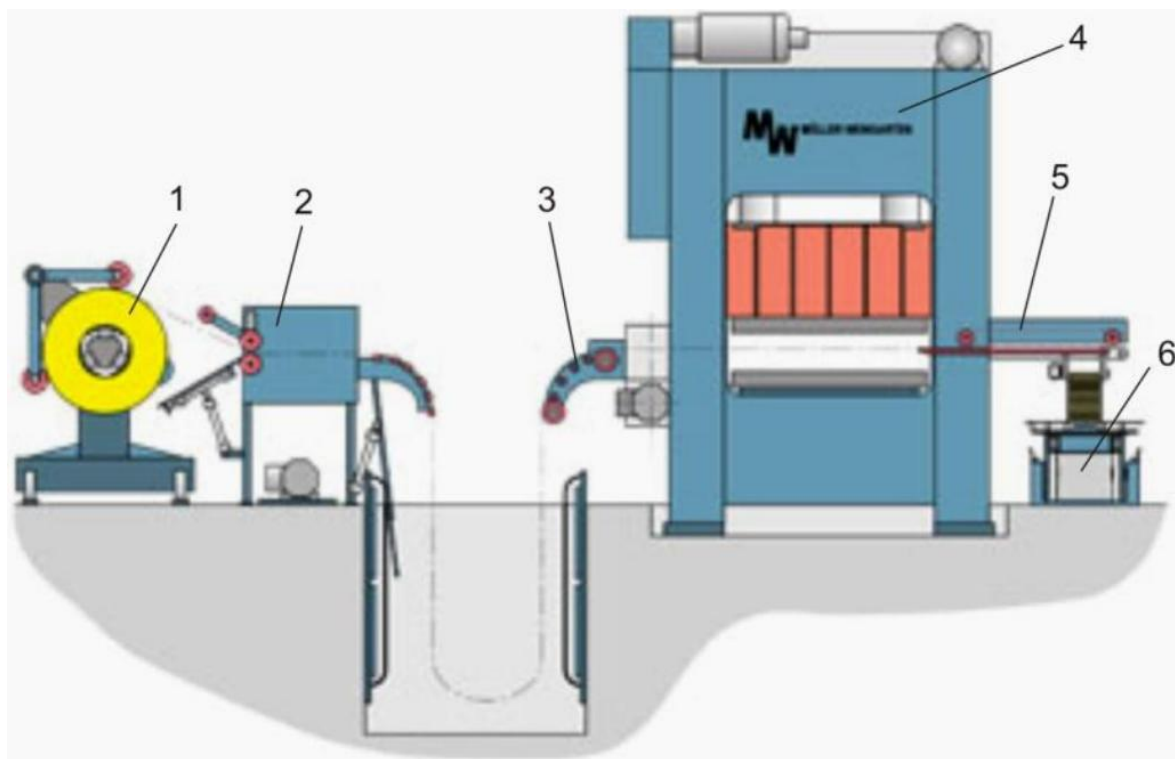
4.2.6. Пресе за исецање динамо лимова

Поступак израде динамо лимова зависи од пречника лима и величине серије. Лимови пречника до 1.300 mm се израђују из једног комада, а лимови пречника преко 1.300 mm из сегмената.

Могуће технолошке варијанте су:

1. Израда на преси за раздвајање помоћу алата комплексног реза;
2. Израда на брзоходној преси уз помоћ вишепозиционог алата;
3. Израда на преси поступним пробијањем појединих жлебова.

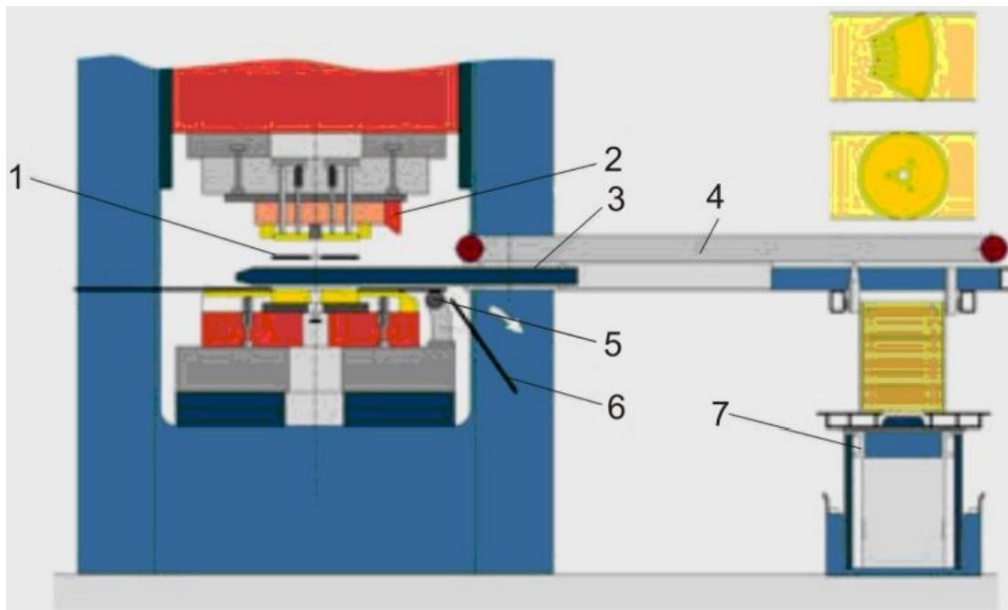
Динамо лимови који имају мање диманзије (пречник до 1.300 mm) се израђују посебно пројектованом пресом једноструког дејства, која има уређаје за додавање траке и изношење израђеног комада и отпадног материјала из радног простора, што је приказано на слици 4.11 [1]:



Слика 4.11 Линија за израду елемената електромотора: 1 - одмотач траке, 2 - машина за исправљање, 3 - NC додавач, 4 - преса, 5 - уређај за изношење делова, 6 - сталак за готове делове [1]

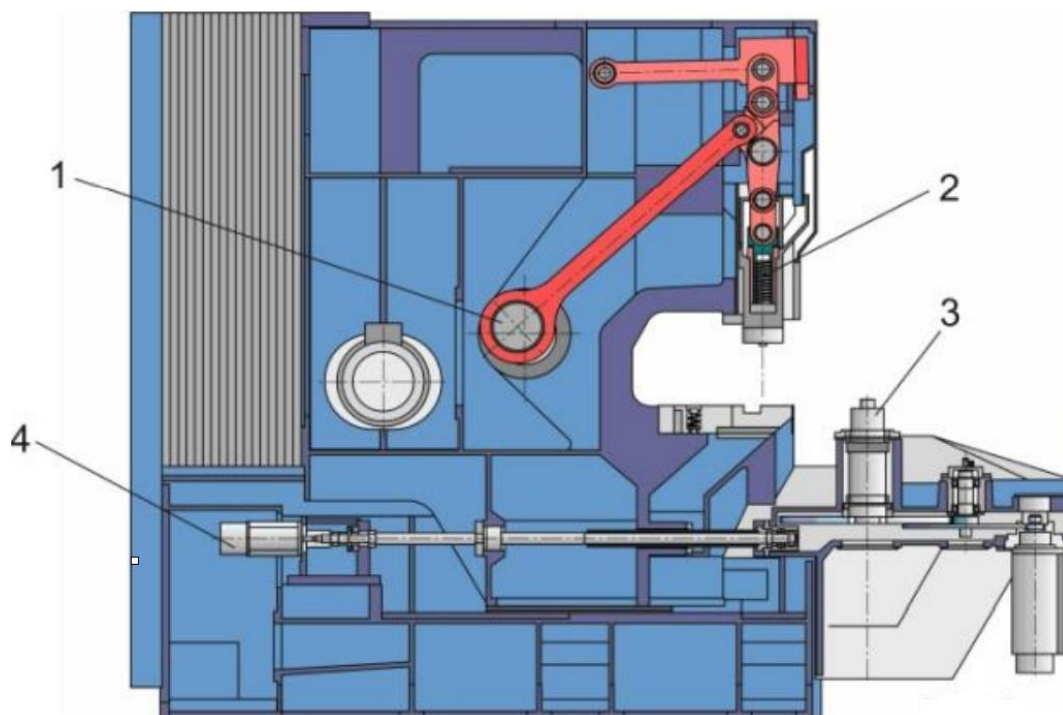
Додавање материјала (траке) до пресе се врши помоћу CNC додавача са ваљцима. Након операција пробијања и просецања, комад који је израђен остаје у горњем делу алата, а отпадак у доњем делу алата. Динамо лимови који су потом избачени прихвата плоча (3) и износи их из радног простора пресе, а затим их прихвата магнетни каиш (4) и складишти. Отпадни материјал који је остао се ситни помоћу маказа (2) и износи из радног простора помоћу магнетног ваљка (5) и нагнуте плоче (6), што је приказано на слици 4.12.

Захтевају високу тачност приликом вођења алата, па је због тога носећа структура пресе четворостубна. Једноструког су дејства са номиналном силом од 2,5 MN до 5 MN и бројем ходова у минути од 10 до 100. У саставу ових преса се налазе и системи којима се врши брза замена алата [1].



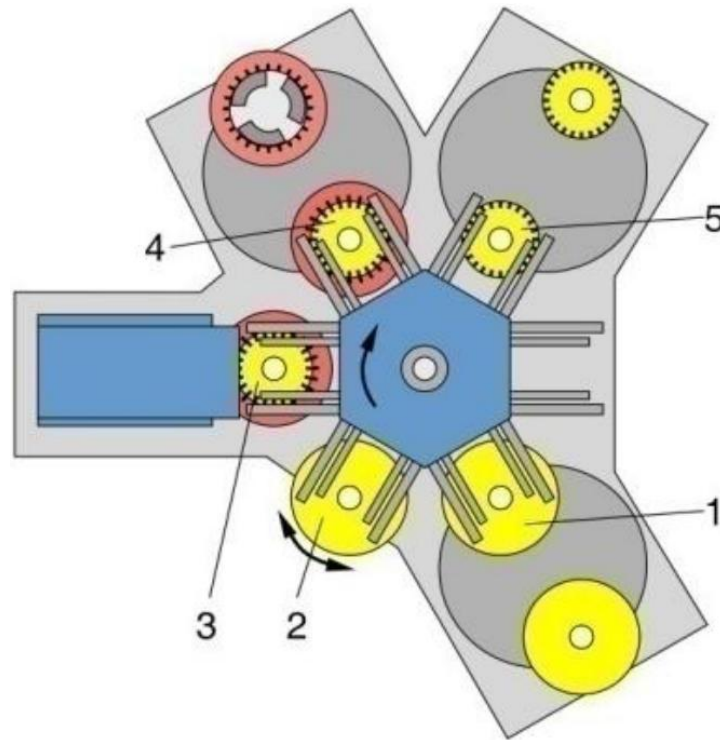
Слика 4.12 Детаљи пресе за израду динамо лимова и помоћни уређаји: 1 - готов део, 2 - нож за сечење отпатка, 3 - уређај за изношење готових комада, 4 - магнетни каиш за изношење и одлагање готовог комада, 5 - магнетни ваљак за отпад, 6 - нагнута плоча за отпад, 7 - уређај за одлагање готових лимова [1]

Динамо лимови који имају пречник до 1.300 mm и на којима се врше операције поступног (вишефазног) пробијања и просецања захтевају аутоматске пресе са кривајно-полужним погоном. Оне садрже аутоматски уређај за позиционирање припремака. Номинална сила се креће у распону од 40 kN до 320 kN, док је број ходова притискивача до 1400 у минути [1]. На слици 4.13 је приказана преса за пробијање динамо лимова са нумеричким позиционирањем обрадака:



Слика 4.13 Преса за пробијање динамо лимова са нумеричким позиционирањем обрадака: 1 - ексцентарско вратило, 2 - притискивач, 3 - уређај за позиционирање припремка, 4 - servo мотор уређаја за позиционирање припремка [1]

Обрадак може бити позициониран механички, повезивањем са погоном ексцентарског вратила, или нумерички (CNC) уз примену серво мотора (4). Послуживање пресе може бити ручно код полуаутоматског рада, или може бити аутоматско помоћу посебног система који је приказан на слици 4.14. Припремак се поставља аутоматски на позицију (1) и центрира на позицији (2). Пробијање и просецање лимова ротора и статора се врши на позицији (3). На позицији (4) се одвајају лимови ротора и статора, где се лим статора поставља на одговарајућу шипку док се паковање лимова ротора изводи на позицији (5) [1].



Слика 4.14 *Обрадни систем за поступно пробијање и просецање динамо лимова:*
1 - постављање припремка, 2 - центрирање (позиционирање) припремка, 3 - пробијање и просецање, 4 - одлагање лимови статора, 5 - одлагање лимови ротора [1]

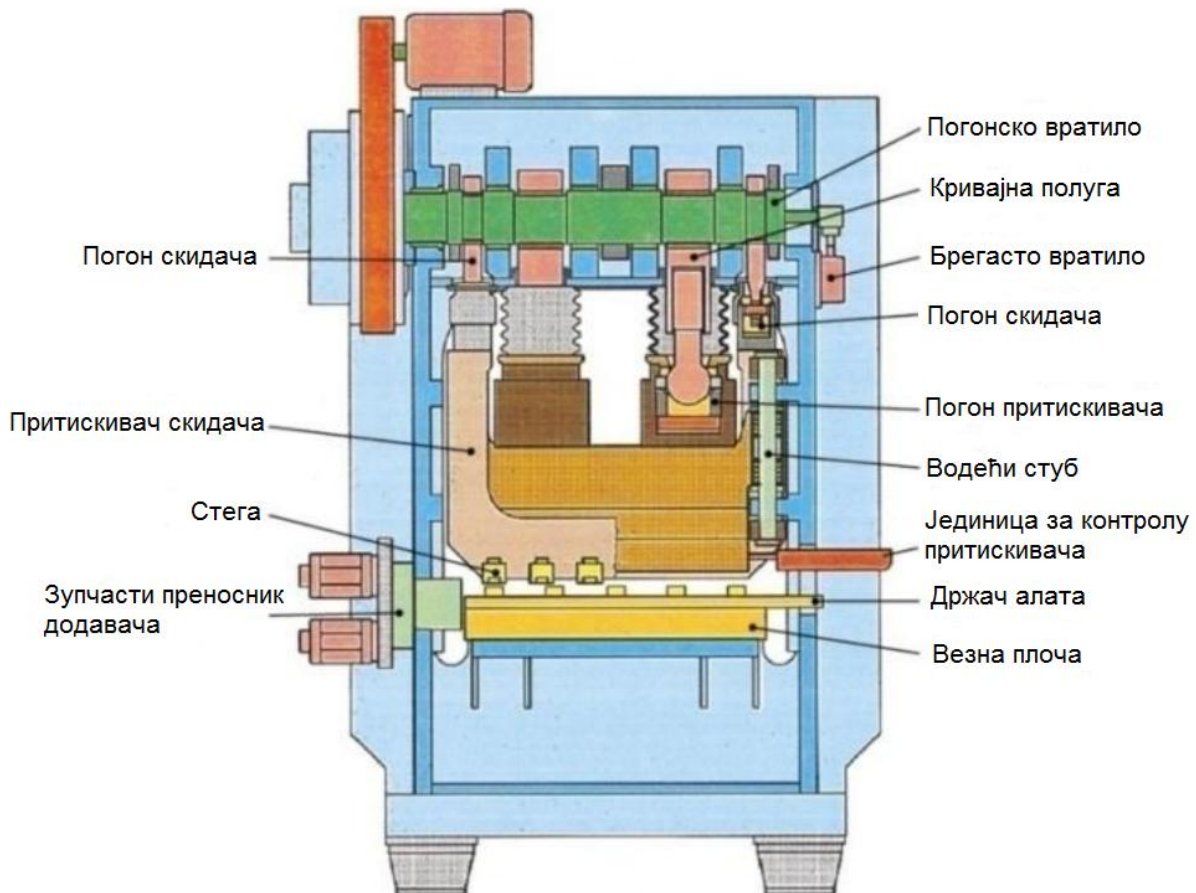
4.2.7. Пресе за перфорирање лимови

Перфорирани лимови се могу применити у веома широким областима индустрије и највише се користе за израду филтера, у производњи и преради хране и пића, као заштитне решетке и ограде код машина и електроуређаја и сл. Перфорирани лимови се израђују најчешће од лимови дебљине од 0,3 mm до 6 mm.

Перфорирање лимова може бити двојако:

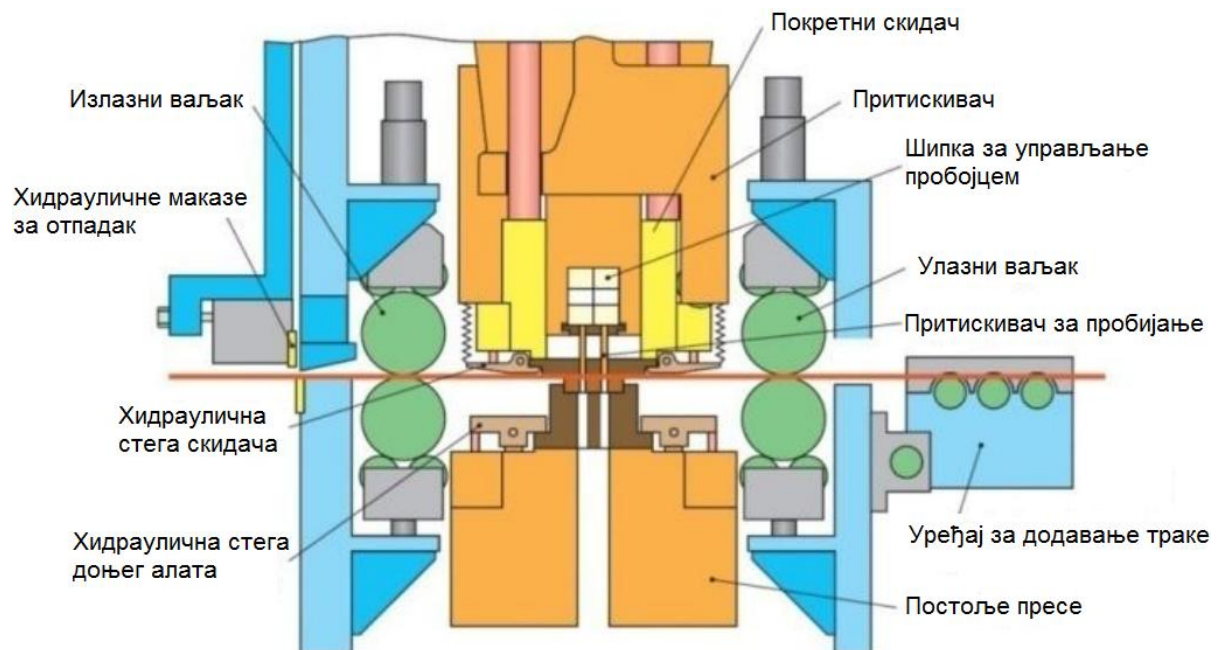
- Комплетно по целој ширини траке на ексцентарској преси помоћу специјалног алата;
- Делимично перфорирање табели лимови.

Да би се извршило перфорирање лимова по целој ширини траке до 1.600 mm, примењују се специјалне ексцентарске пресе са номиналном силом која може да се креће од 800 kN до 5.000 kN [1]. На слици 4.15 је приказана преса за перфорирање лимови:



Слика 4.15 Преса за перфорирање лима марке Schuler [1]

У зависности од дебљине лима се одређују минималне вредности хода притискивача пресе и тај број ходова се може кретати и до 800 у минути. Преса има уграђен уређај за додавање траке лима са ваљцима који је синхронизован са кретањем притискивача и скидача лима [1]. На слици 4.16 је приказана функционална шема перфорирања лима:



Слика 4.16 Функционална шема перфорирања лима [1]

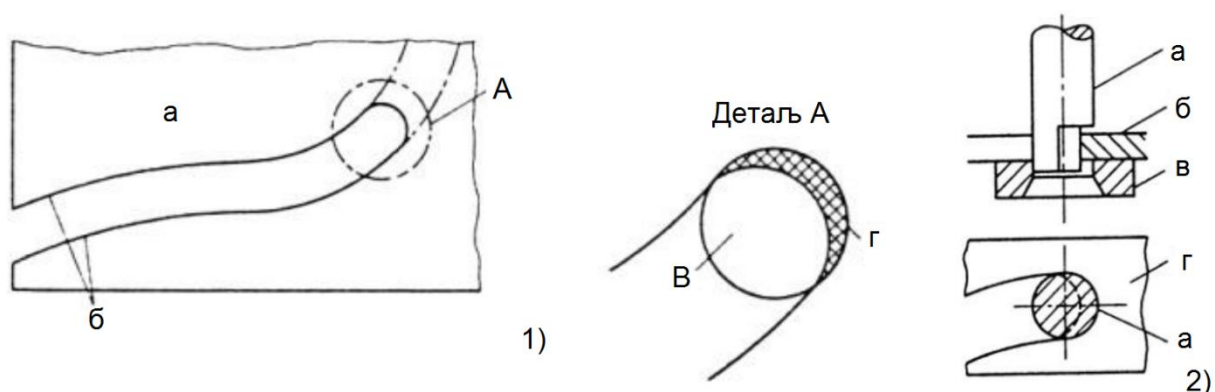
У пресу је уграђен покретни скидач траке који погон добија од ексцентарског вратила. Перфорирање лима доводи до тога да се лим додатно савија, што није пожељно. Да би се лим додатно исправио, скидач се креће са закашњењем у односу на притискивач пресе. Такође се померање траке лима изводи у тренутку отпуштања скидача како би се смањило трење и хабање елемената у контакту.

Нумеричко управљање пробојцима које преса поседује, омогућава да се ти пробојци искључе или укључе из процеса пробијања, што се може дефинисати одговарајућим програмом и то омогућава примену пресе за различите асортимане перфорираног лима.

Ове пресе имају номиналну силу од 500 kN до 2.500 kN и број ходова од 40 до 400 у минути (зависно од дебљине лима) [1].

4.2.8. Пресе за парцијално раздвајање - сецкалице

Специјалне аутоматске машине које поседују потпуну нумеричку контролу процеса и основни комплет алата, могу изводити раздвајање танких лимова парцијалним раздвајањем. Основни комплет алата сачињавају матрица и пробојац малог пречника, који изводи велики број ходова у јединици времена (преко 2.000 у минути). Ово омогућава исецање праволинијских и криволинијских контура на лиму (слика 4.17) [1].

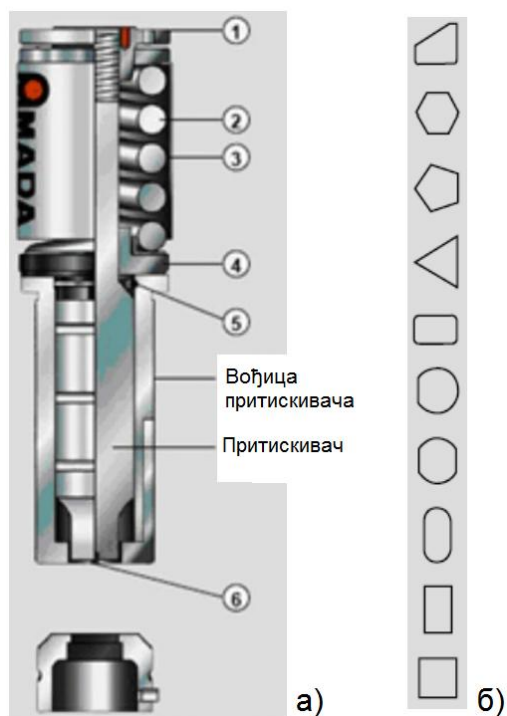


Слика 4.17 Парцијално раздвајање лима: 1) шема процеса: а - лим, б - резна линија, в - алат, г - одсечени део лима; 2) алат: а - пробојац, б - лим, в - матрица [1]

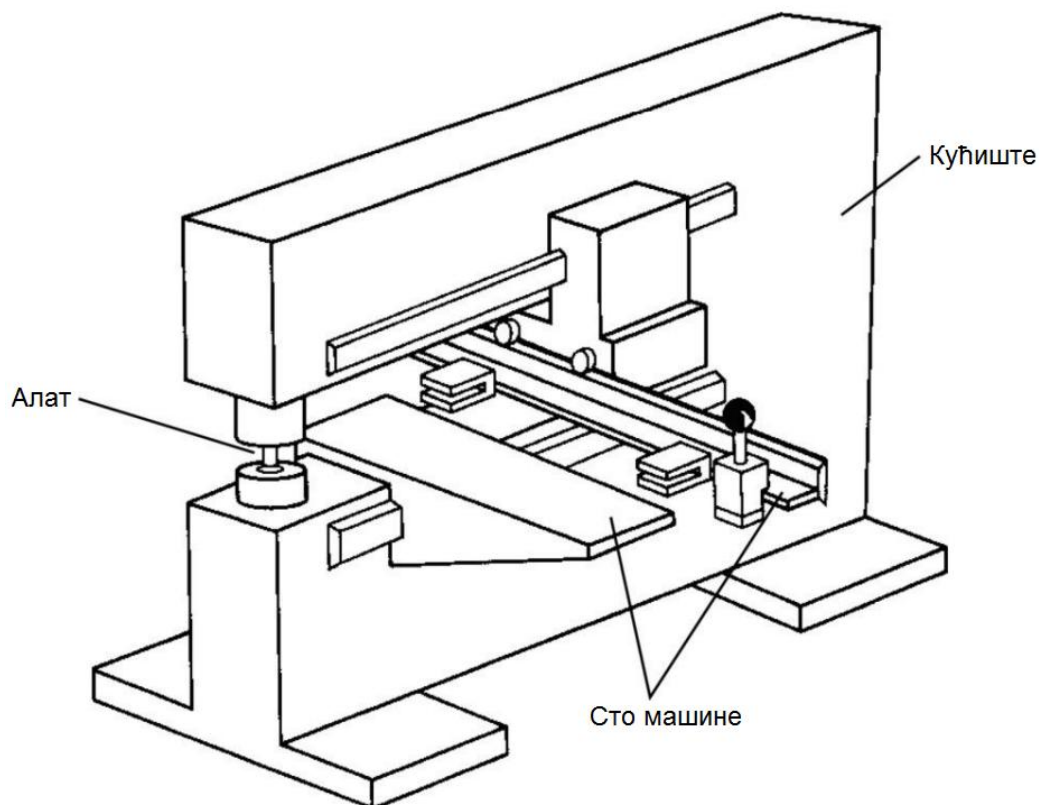
Да би се извршило раздвајање лима по праволинијским и криволинијским контурама без губитка материјала, преса користи комплет алата који садржи два ножа мале дужине, али и велики број стандардних алата за пробијање и просецање отвора различитих облика и димензија.

Замена алата на преси се врши аутоматски, а померање лима у хоризонталној равни (X-Y) се изводи веома прецизно и са доста великом брзином. На истој преси се могу извршавати и операције савијања и рељефног обликовања. На слици 4.18 је приказан комплет алата за пробијање.

На слици 4.19 је приказана шема машине за сецкање. Основни елементи машине су кућиште, носач алата, алат и радни сто машине основни елементи. Носећа структура машине је мостовског типа заварене конструкције и високе крутости. Кретање лима у X-Y равни одређује облик пресечене линије на радном комаду [1].



Слика 4.18 Комплет алата за пробијање марке Amada: а) склоп алата: 1 - глава пробојца, 2 - опруга, 3 - кућиште опруге, 4 - прстен, 5 - заптивач, 6 - избацивач; б) профил пробојца и матрице [1]

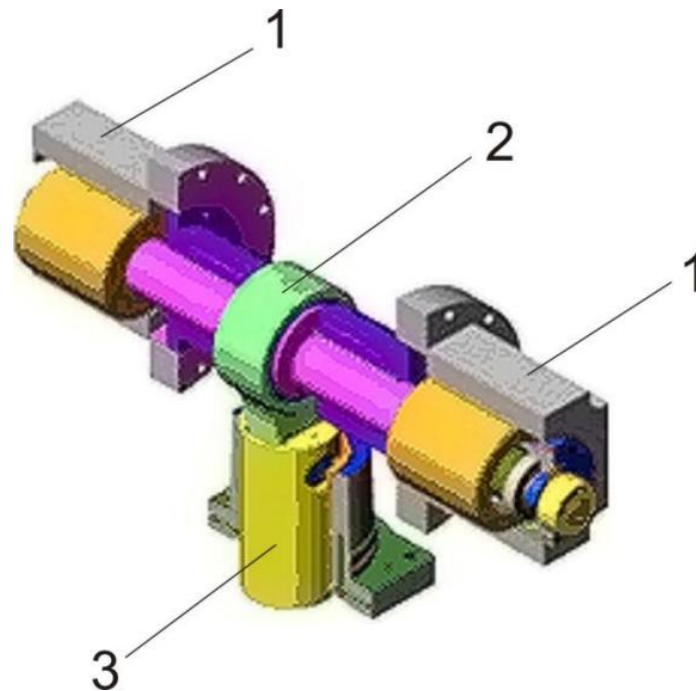


Слика 4.19 Шема сецкалице [1]

Машине за парцијално раздвајање и обликовање лима се према погону деле на:

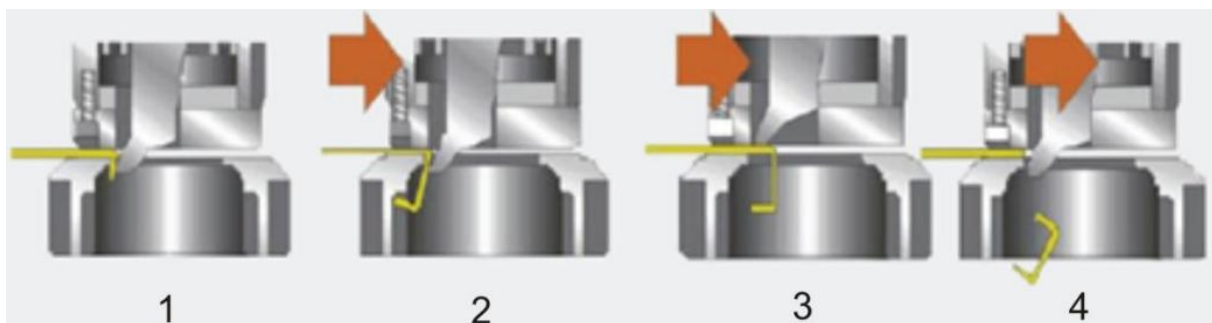
- машине са механичким (кривајним) погоном,
- машине са хидрауличним и електричним погоном.

Пресе за парцијално раздвајање и обликовање лимова су компјутерски управљане (CNC) машине. Оне користе серво мотор као основну погонску јединицу. Модерније пресе могу имати погон машине и ексцентарског вратила са два серво мотора. Овакав погонски систем обезбеђује веома велики број ходова у јединици времена и велику уштеду енергије. Уштеда енергије се остварује тиме што се електрична енергија у фази заустављања притискивача пресе (фаза кочења) акумулира и троши у активној фази рада. Ход алата се веома једноставно може подешавати према дебљини лима [1]. На слици 4.20 је приказан погонски механизам машине парцијалног дејства.



Слика 4.20 Погонски механизам машине парцијалног дејства Јапанске компаније Amada:
1 - серво мотор, 2 - ексцентарско вратило, 3 - притискивач пресе [1]

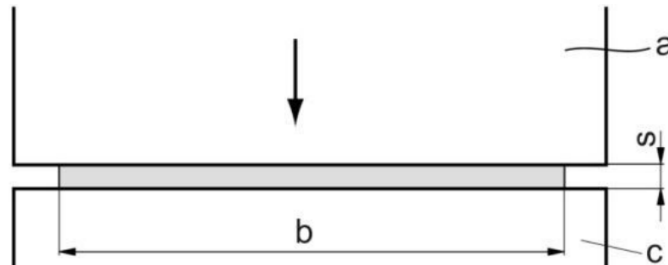
Алати који се примењују на овим пресима се могу брзо и на једноставан начин постављати у магацин алата и могу се брзо мењати у току рада у складу са дефинисаним програмом која машина извршава. Операције које се могу изводити на пресима и за које су развијени специјални алати су: пробијање, просецање, одсецање, засецање, утискивање, проширивање отвора, развлачење, урезивање навоја, савијање итд. Када се извршава операција пробијања, тада се отпад из алата износи помоћу вакуума [1]. На слици 4.21 су приказане фазе комбиноване обраде:



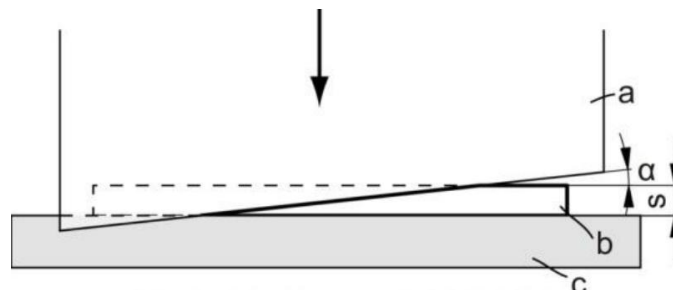
Слика 4.21 Фазе комбиноване обраде: просецање и савијање; 1 до 3 - савијање, 4 - одсецање [1]

4.2.9. Маказе са правим ножевима

Да би се одсекао материјал и из тога израдио припремак који ће се користити за даљу обраду деформисањем, користе се маказе са правим ножевима. Постоје маказе за лим и маказе за сечење профила [1]. На слици 4.22 је приказано одсецање на маказама са правим паралелним ножевима, док је на слици 4.23 приказано одсецање на маказама са правим нагнутим ножевима:



Слика 4.22 Одсецање на маказама са правим паралелним ножевима: *a* - горњи нож, *b* - дужина одсечене траке, *c* - доњи нож, *s* - дебелина лима [1]



Слика 4.23 Одсецање на маказама са правим нагнутим ножевима: *a* - горњи нож, *b* - лим, *c* - доњи нож, *s* - дебелина лима, α - угао нагиба горњег ножа [1]

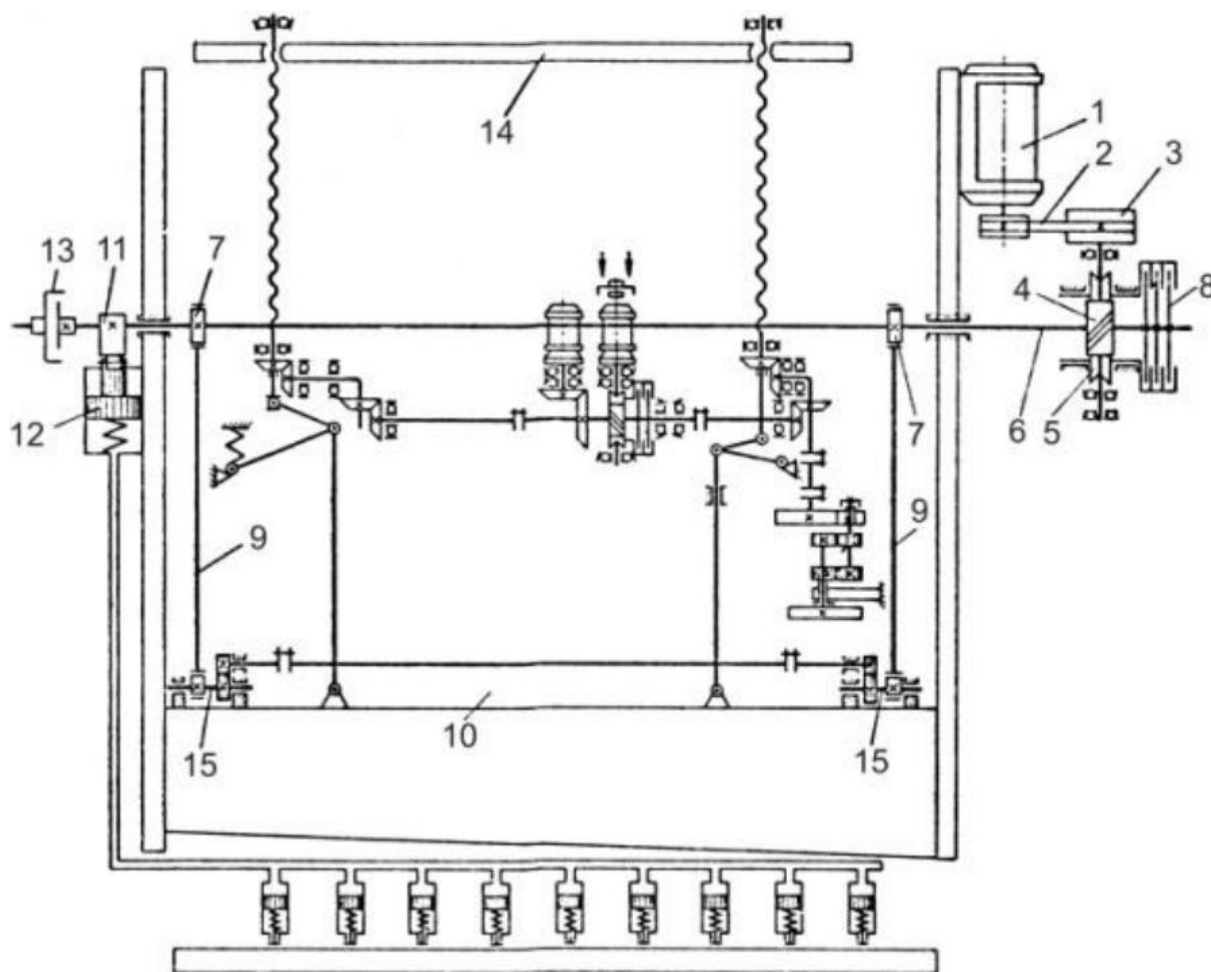
Маказе за лим се могу поделити на:

1. Маказе са правим паралелним ножевима;
2. Маказе са правим нагнутим ножевима;
3. Маказе са кружним ножевима.

Маказе са правим ножевима имају погонски систем који може бити механички (кривајни) и хидраулични. Кривајно вратило покреће заједничко погонско вратило, што врши покретање притискивача маказа. Придржавање лима се реализује помоћу притискивача који могу да буду механички (са опругама или брегастих механизмом), пнеуматски или хидраулични [1].

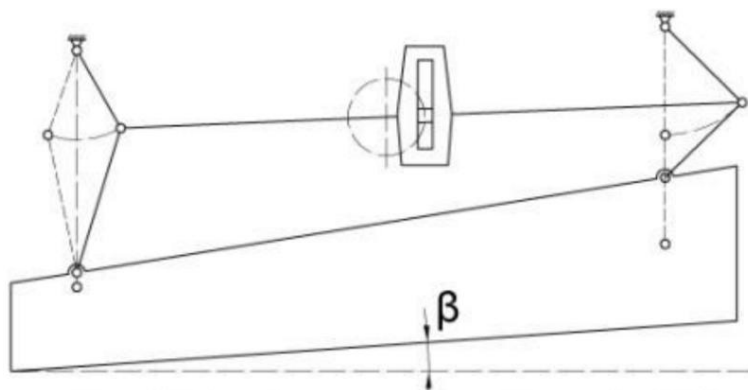
На слици 4.24 је приказана функционална шема маказа са правим нагнутим ножевима. Погон притискивача маказа (10) се добија од електромотора (1), преко каишног преносника (2), који снагу преноси на замајац (3), односно пуж (4) и пужни точак (5). Спојница (8) преноси снагу на ексцентарско вратило (6) који поседује два ексцентри (7) и који покрећу кривајне полуге (9) и притискивач (10). Брегаста плоча (11) покреће клипну пумпу (12), која радном течношћу напаја цилиндричне држаче лима. Кочница (13) обезбеђује да се заустави притискивач маказа. Задњи граничник (14) служи за регулисање ширине траке, чије је подешавање механизмовано, а погон је обезбеђен посебним електромотором. Граничник (14) спречава заглављивање одсеченог комада, јер се у самом тренутку одсецања лима граничник помера уназад (отпушта). Горњи нож је у односу на доњи нож под мањим углом, јер се тиме избегава сударање резних ивица што би могло довести до њихових оштећења и хабања.

Ексцентарска плоча (15) служи за подешавање почетног положаја притискивача, док посебни механизам за померање стола извршава подешавање зазора између ножева [1].



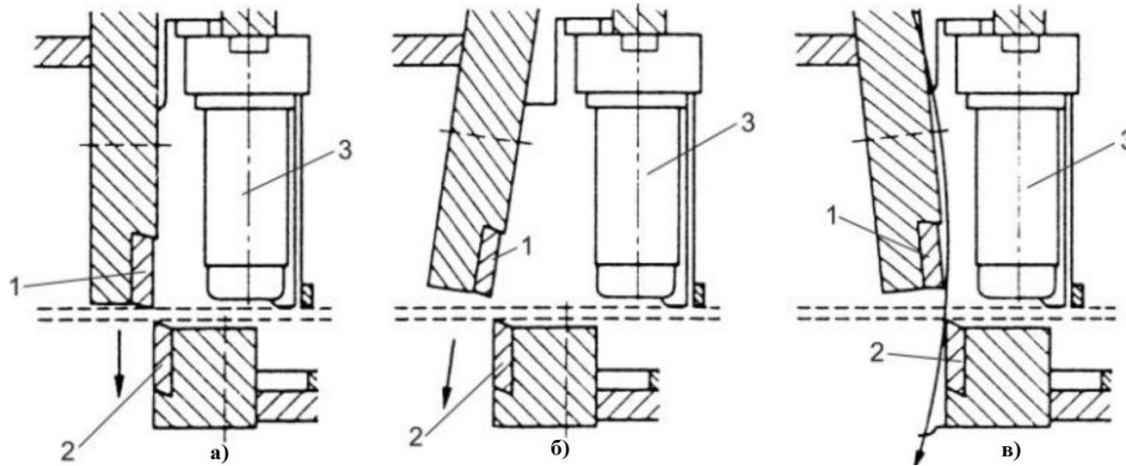
Слика 4.24 Кинематска шема маказа са кривајним погонским механизмом: 1 - мотор, 2 - каишини преносник, 3 - замајац, 4 - пуж, 5 - пужни точак, 7 - ексцентар, 8 - спојница, 9 - кривајна полука, 10 - притискивач маказа, 11 - брегаста плоча, 12 - клипна пумпа, 13 - кочница, 14 - граничник, 15 - ексцентарска плоча [1]

Код маказа са правим нагнутим ножевима се може за исецање лима мењати угао нагиба горњег ножа (β) у одређеним границама. То доводи до бољег квалитета резне површине и утиче на износ силе одсецања. [1]. На слици 4.25 је приказан један такав систем који има погон притискивача са двоструким кривајно-лакстастим механизмом:



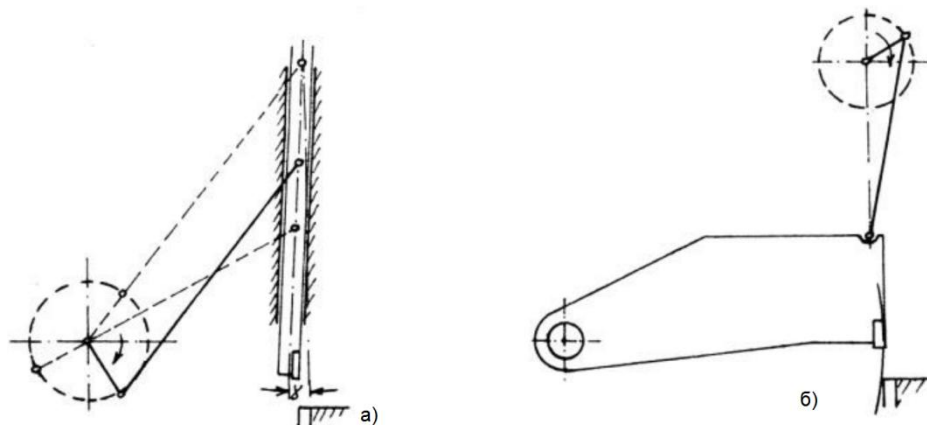
Слика 4.25 Погон притискивача маказа са променљивим углом нагиба [1]

Кретање горњег ножа у односу на вертикалну равн може да буде паралелно, али је ова варијанта мање примељива у пракси, јер може доћи до контакта резних ивица ножева и њиховог хабања. Код маказа са правим нагнутим ножевима се више примењује кретање горњег ножа које је под углом, или се креће по кружном луку [1]. На слици 4.26 су приказана кретања притискивача маказа:



Слика 4.26 Кретање притискивача маказа: а) вертикално, б) под углом, в) по кружном луку; 1 - горњи нож, 2 - доњи нож, 3 - притискивач лима [1]

Кретања притискивача под углом од $1,5^\circ$ до 2° у односу на вертикалну равн обезбеђују посебни механизми. То омогућава спречавање контакта резних ивица, продужетка радног века ножева и омогућава да се у експлоатацији машине користе све четири резне ивице призматичног ножа [1]. На слици 4.27 су приказана два механизма која ово омогућују, где је у првој варијанти примењен дезаксијални кривајни погонски механизам, а у другој варијанти механизам који омогућује кретање резне ивице горњег ножа по кружном луку:



Слика 4.27 Кривајни погонски механизам маказа: а) косо кретање ножа, б) кретање ивице ножа по кружном луку [1]

Граничник, који се налази са задње стране маказа, одређује која се ширина траке лима може одсецати. То се може подешавати ручно преко завојних вретена. Поред тога граничник може подешавати и исецање лима под одређеним углом. Пресе имају добру производност захваљујући својој брзоходности. Дебљина лима и дужина реза, заједно са максималном силом одређују које се маказе са правим ножевима могу применити.

Маказе са кривајним погонским механизмима се врло често замењују маказама које поседују хидраулични погон и CNC систем управљања [1].

4.3. Кривајне пресе за савијање лима

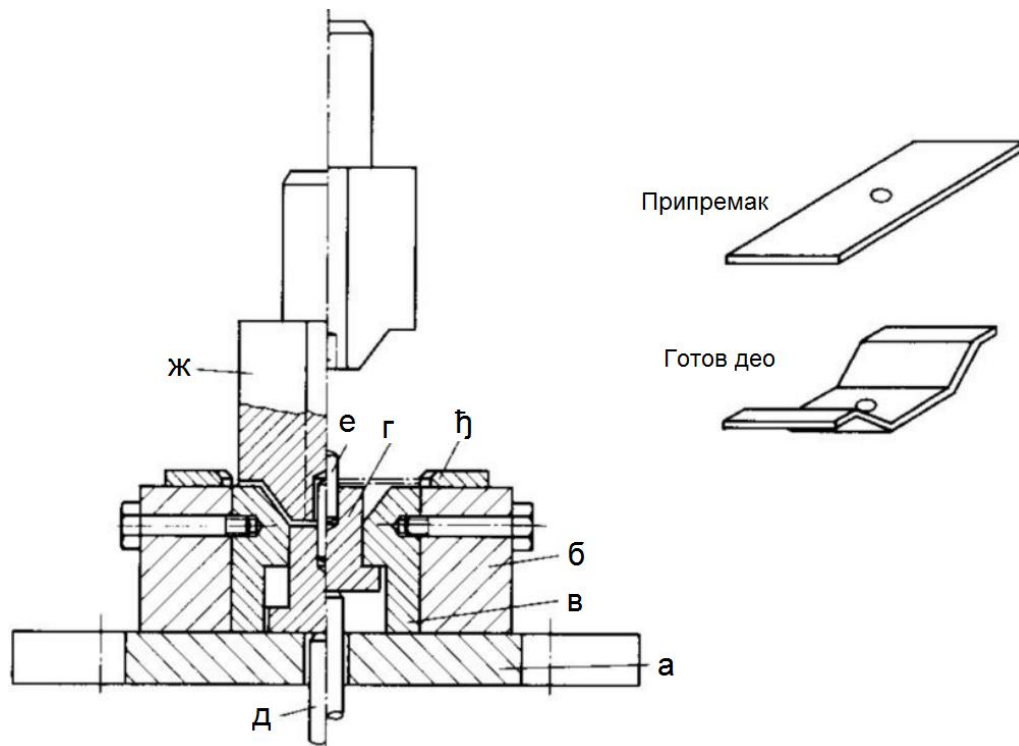
Обрада савијањем спада у групу поступака технологије пластичног деформисања који има најчешћу примену. Савијање омогућава израду производа са димензијама од једног милиметра па све до неколико метара. Примена савијања је веома широка и често се комбинује са неким другим технолошким операцијама: просецањем, пробијањем, извлачењем, раздвајањем, спајањем, дубоким извлачењем, итд. Делови који имају сложенији облик се израђују савијањем у више фаза или операција обраде [1] [2].

Основне методе обликовања лима савијањем су [1]:

1. Савијање на универзалним пресамa помоћу специјалног алата;
2. Профилно савијање на специјалним машинама - апкант пресамa;
3. Профилно савијање помоћу ваљака;
4. Кружно савијање лима;
5. Кружно савијање профила;
6. Савијање уских трака и жице.

Применом специјалних алата на универзалним кривајним пресамa се може остварити производња делова који се израђују у једној операцији или више операција обраде. Радни простор ограничава димензије обратка који се могу савијати на овим машинама. За савијање делова који имају сложенији облик захтевају се вишепозициони алати или специјалне вишепозиционе пресе.

На слици 4.28 је приказан пример специјалног алата за савијање обратка који има трапезни профил. Овај алат се састоји од: основне плоче (а), кућишта алата (б), матрице (в), чивије за центрирање (г), шипке избацивача (д), граничника (ђ) и притискивача (ж) [1].



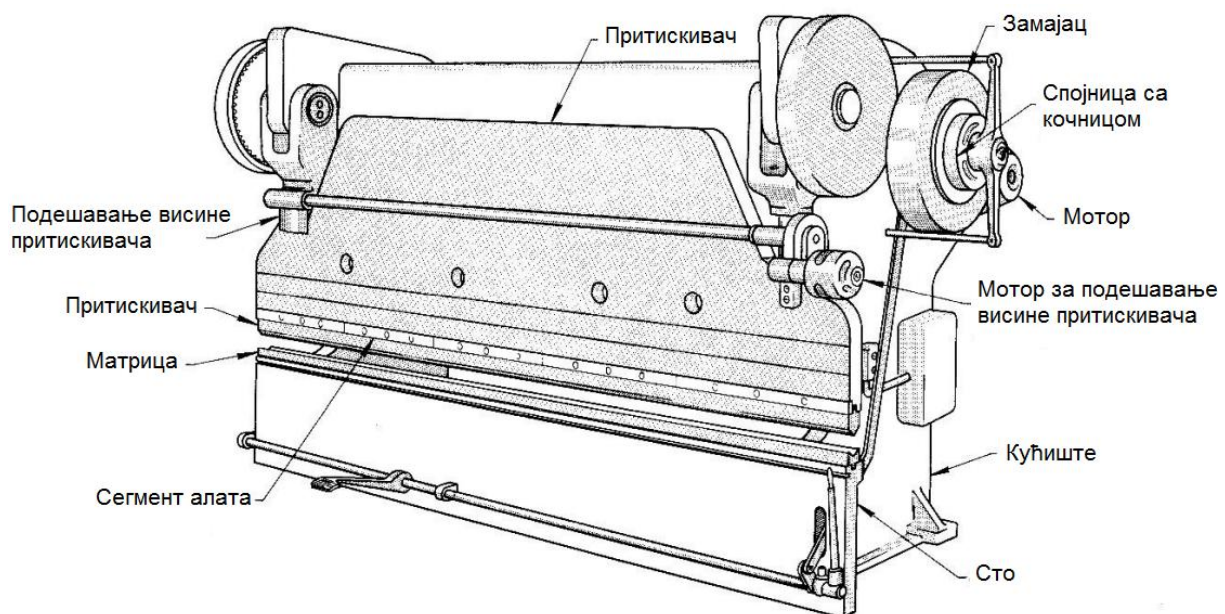
Слика 4.28 Једнопозициони алат за савијање [1]

4.3.1. Пресе за профилно савијање

Обликовање профила савијањем веће дужине се може изводити на [1]:

1. Пресама за профилно савијање - апкант пресама;
2. Машинама за профилно савијање помоћу ваљака.

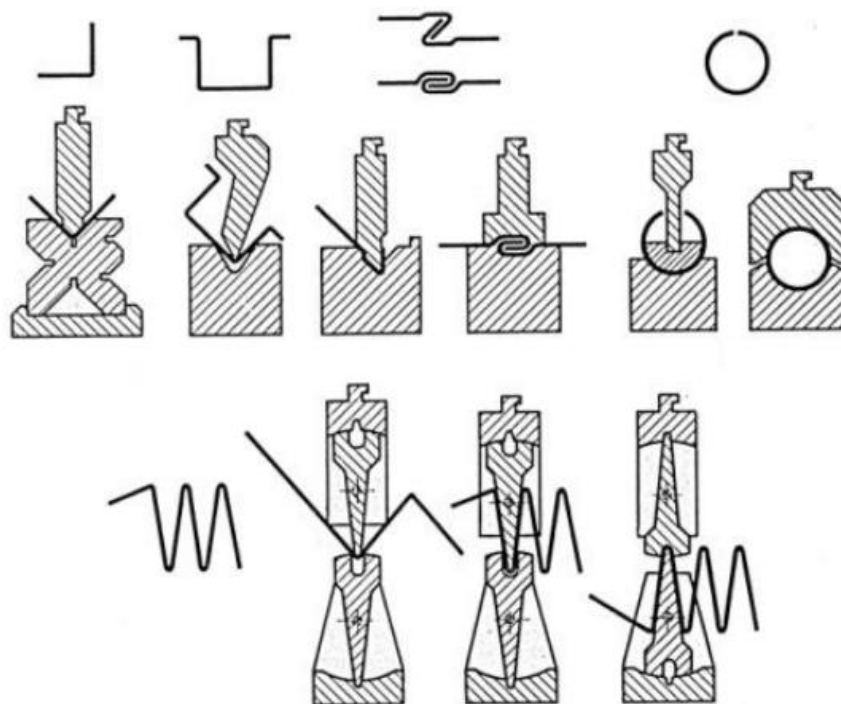
Апкант пресе могу да буду механичке и хидрауличне. Механичка апкант преса са кривајним погонским системом (слика 4.29) се састоји од електромотора, замајца и кривајног вратила са две криваје и са којих се кретање помоћу кривајних полука преноси на притискивач пресе. Систем управљања се састоји од механичке спојнице са кочницом, где спојница може бити фриктиона или обртни клин, а кочница такође може бити фриктиона са ламелама или са траком. Укључивање у рад машине је механичко и врши се ручно преко система полука или помоћу педале, а управљање може бити електро-пнеуматско, тј. електромагнетно [1].



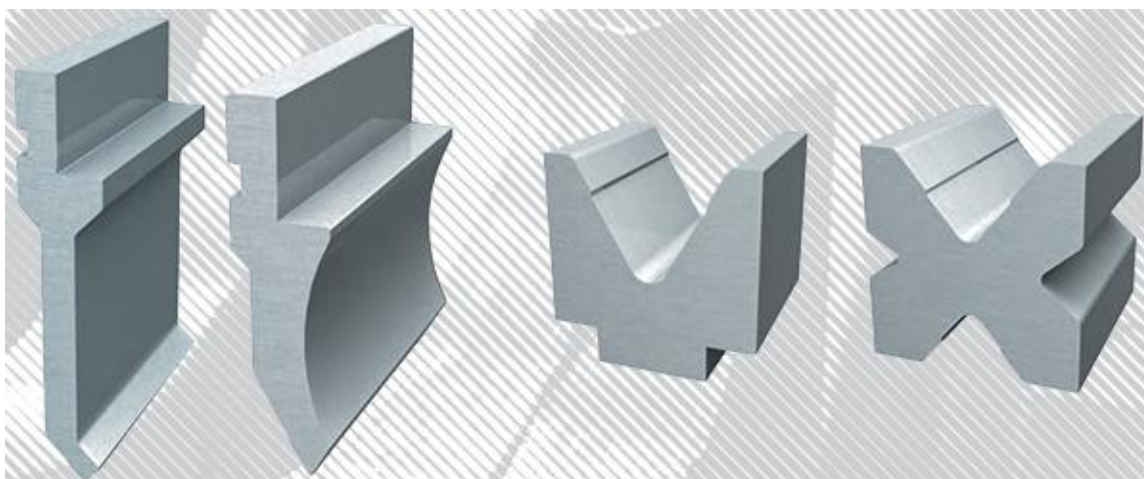
Слика 4.29 Конструкција апкант пресе [1]

Носећа структура је отворена и имају високу крутост. Притискивач је израђен из више сегмената. На преси се могу поставити специјални алати који омогућавају извођење и других операција обраде лима (пробијање и просецање, плитко извлачење, рељефно обликовање и др.). Подмазивање вођица се врши аутоматски, помоћу циркулационог система са пумпом.

Апкант пресе се користе за израду делова који се праве поступком вишефазног обликовања. Позиционирање припремака врше граничници, а исти се подешавају завојним вретенима. Облик профила (дубина матрице) и дебљина лима одређују висину притискивача, која се подешава преко погонског вратила које покреће електромотор. Истовремено спуштање и подизање притискивача обезбеђују два пужна пара са завојним вретенима и наврткама. Дужина притискивача пресе и матрице ограничава дужину профила који се може израђивати на овим пресама [1]. На слици 4.30 је приказано савијање лима на апкант преси, док су на слици 4.31 приказани алати за апкант пресу:



Слика 4.30 Савијање лима на апкант преси [1]



Слика 4.31 Алати за апкант пресу [3]

Брзоходност ових машина им омогућује велику производност. Апкант пресе са механичким (кривајним) погоним се све више избацују из употребе, јер их потискују хидрауличне апкант пресе. Хидрауличне апкант пресе поседују више техничких и технолошких карактеристика што им даје боље и веће могућности за програмирање технологија савијања, све захваљујући поседовању нумеричког система управљања [1].

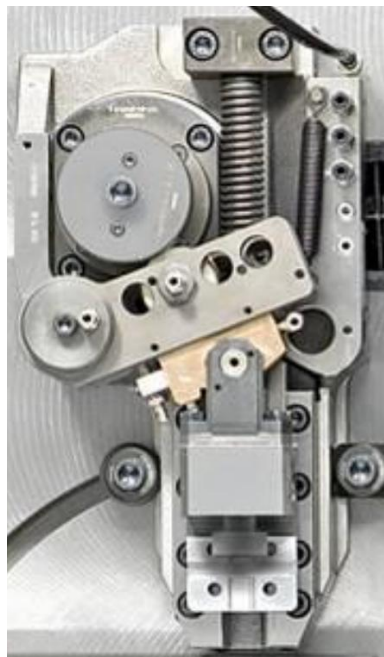
4.3.2. Аутоматске пресе за раздвајање и савијање

Аутоматске пресе за раздвајање и савијање могу производити делове малих димензија који су од жице и уске траке. Поседују више радних позиција. Радни комад се добија узастопним деловањем алата, који је постављен линијски или радијално у односу на материјал [1]. На слици 4.32 је приказан изглед аутомата:

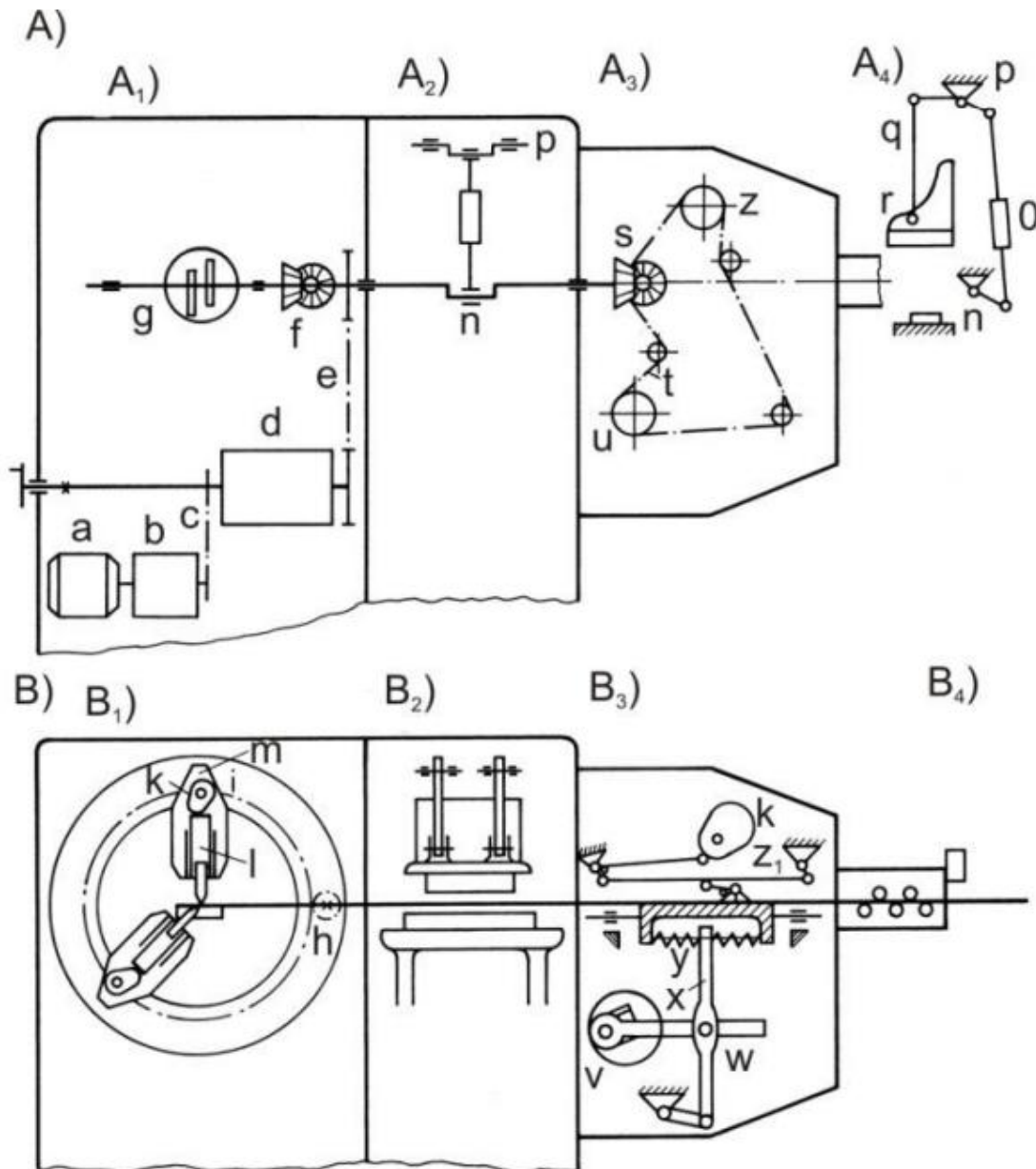


Слика 4.32 Аутомат марке Bihler, модел RM 40K [1]

Аутомат поседује седам централно гоњених радних алата, тј. позиција. Изводи до 350 ходова у минути, док је номинална на централном кривајном вратилу 20 kN при ходу од 45 mm, а максимална ширина траке лима 80 mm. Поседује нумеричко управљање (CNC). Централно погонско вратило и брегасте плоче дају погон сваком притискивачу (слика 4.33) [1]:



Слика 4.33 Погон притискивача [1]

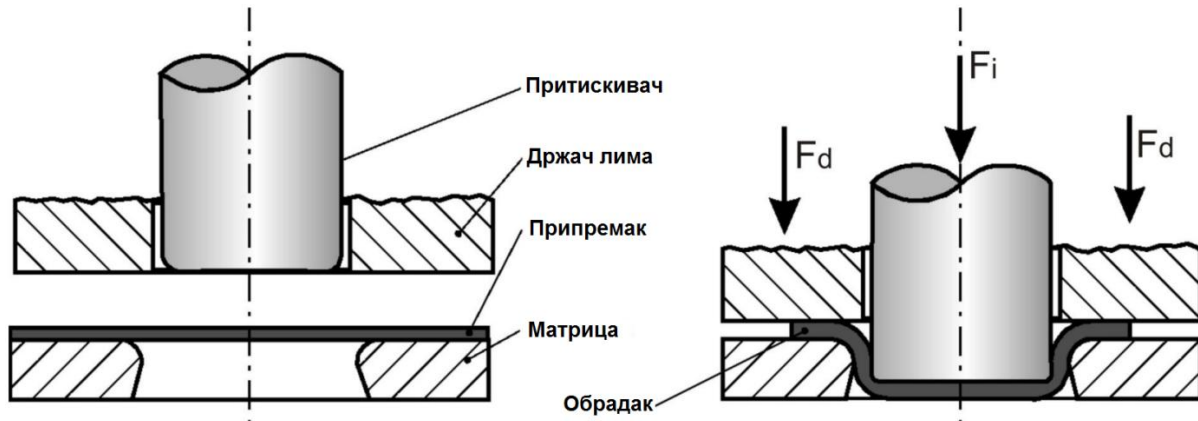


Слика 4.34 Кинематска шема вишепозиционог аутомата за савијање: *A* - шема погона, *B* - поглед споља: *A*₁, *B*₁ - станице за савијање, *A*₂, *A*₄, *B*₂ - станице за одсецање, *A*₃, *B*₃ - уређај за померање траке, *B*₄ - уређај за исправљање траке; *a* - мотор, *b* - спојница, *c* - каишник, *d* - континуални преносник, *g* - брегасте плоче, *h* - централни погонски зупчаник, *i* - гоњени зупчаник, *k* - брегаста плоча, *l* - притискивач са алатом, *m* - носач брегасте плоче, *n* - ексцентар, *o* - полука са осигурачем, *p* - ручица за управљање, *q* - полука, *r* - притискивач за одсецање, *s* - конусни зупчаници, *t* - погон ланца, *v* - криваја, *w* - кривајна полука, *x* - осцилујућа полука, *y* - клизач за померање траке, *z* - точак грајферног механизма, *z*₁ - систем полука [1]

На слици 4.34 је приказана кинематска шема вишепозиционог аутомата за савијање. Вертикално постављена плоча поседује отворе у које се постављају појединачне јединице за обликовање лима. Електромотор преко зупчастог преносника покреће централни зупчаник. Тај централни зупчаник је спрегнут са малим зупчаником који покреће брегасте плоче. Две брегасте плоче дају погон притискивачу пресе. Једна од тих брегастих плоча покреће притискивач пресе унапред, док друга брегаста плоча изводи повратни ход. У централном делу плоче се налази избакивач који има свој посебни погон кога добија преко посебне брегасте плоче. Веома прецизно померање траке се изводи преко криваје и хватаљки са опругама [1].

4.4. Кривајне пресе за дубоко извлачење

Дубоко извлачење се изводи на пресама вишеструког дејства. Спада у групу сложених операција деформисања. Представља процес обликовања при коме се од почетног недеформисаног, равног облика (развијене плоче, развијеног стања) добија тело непрекидне просторне конфигурације. То је најчешће облик посуде отворене са једне стране, док са друге стране има затворено дно [1] [4]. На слици 4.35 је приказана прва операција дубоког извлачења:

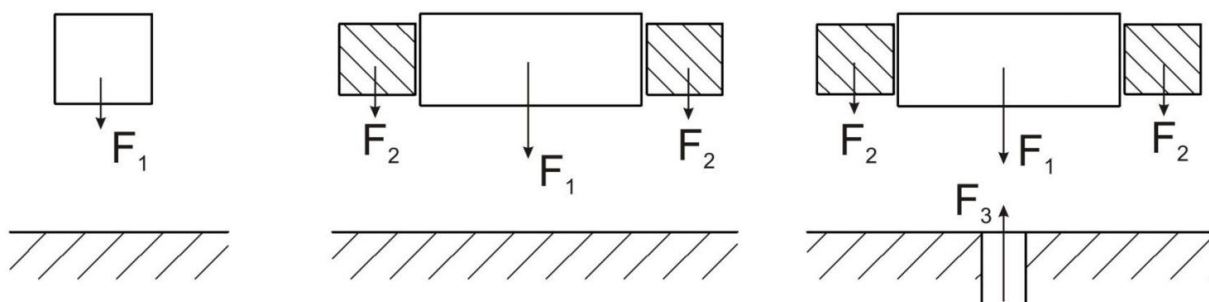


Слика 4.35 Прва операција дубоког извлачења [1]

Да би се извела операција дубоког извлачења, потребно је обезбедити специјалне алате и адекватне машине које треба да остваре захтеване технолошке и друге параметре. Код процеса дубоког извлачења мора постојати дејство држача лима, који захтева посебан погон. На слици 4.36 је приказан број дејстава пресе за дубоко извлачење.

У погледу броја дејстава које пресе поседују, дубоко извлачење се може изводити на [1]:

1. Пресама једноструког дејства;
2. Пресама једноструког дејства са јастуком за извлачење;
3. Пресама вишеструког дејства (двоструког и троструког дејства).



Слика 4.36 Број дејстава пресе за дубоко извлачење: а) преса једноструког дејства, б) преса двоструког дејства, в) преса троструког дејства; F_1 - сила унутрашњег притискивача, F_2 - сила спољашњег притискивача, F_3 - сила избацивача [1]

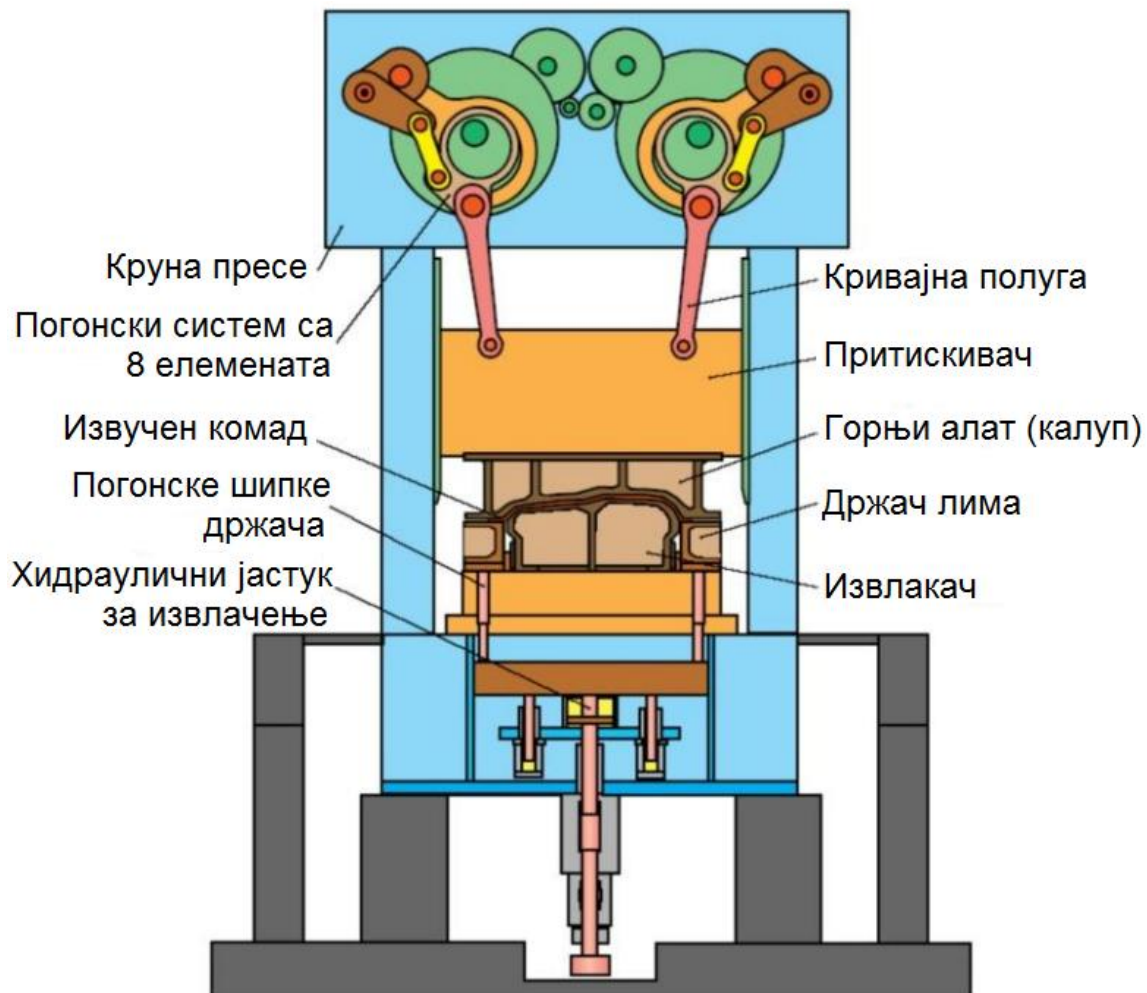
Процес дубоког извлачења захтева равномерну брзину кретања притискивача. Зато пресе које се користе за дубоко извлачење могу имати различита главна дејства. Класичне кривајне пресе поседују велику брзину алата које се, у самом тренутку контакта алата и лима, мора смањити да би се добио мањи број ходова.

На еластичне деформације погонског система, носеће структуре и система вођења утиче погон притискивача пресе и положај кривајног вратила. Притискивач може поседовати једну, две или чак четири кривајне полуге.

Бројеви радних позиција одређују да ли су пресе за дубоко извлачење једнопозиционе или вишепозиционе. Једнопозиционе кривајне пресе се користе за обликовање једноставнијих делова у једној операцији. Вишепозиционе кривајне пресе се користе за израду великих делова [1].

4.4.1. Пресе једноструког дејства

Пресе једноструког дејства су универзалне кривајне пресе којима су додатно уграђени јастуци за извлачење. Користе се за дубоко извлачење делова који имају једноставан облик [1]. На слици 4.37 је приказана кривајна преса једноструког дејства са јастуком за извлачење и са сложеним кривајним механизмом:



Слика 4.37 Кривајна преса једноструког дејства са јастуком за извлачење [1]

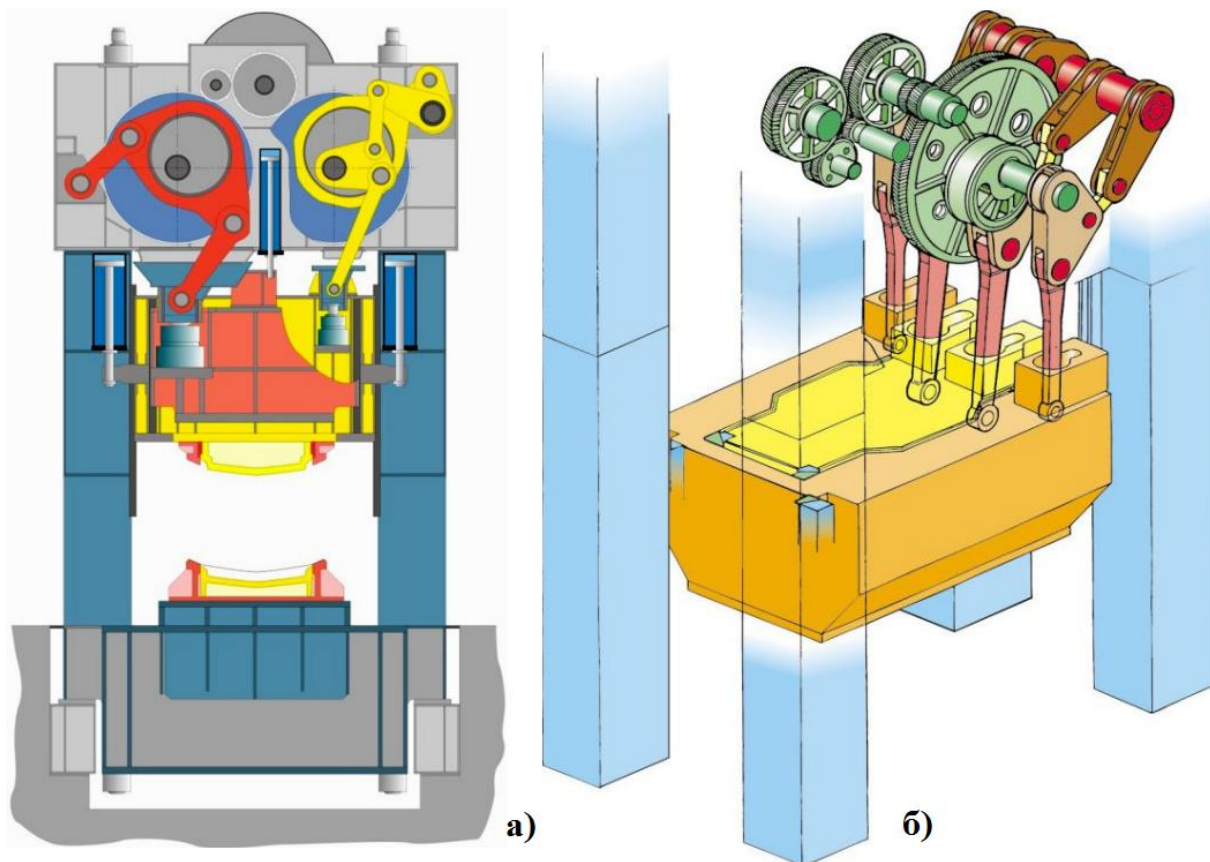
Преса је опремљена хидрауличним јастуком за извлачење, чиме је обезбеђено додатно дејство држача лима. Хидраулични јастук за извлачење избацује отпресак из алата након завршетка процеса обликовања [1].

4.4.2. Пресе вишеструког дејства

Делови који имају сложенији облик захтевају кривајне пресе које поседују вишеструка дејства (двоструко и троструко дејство).

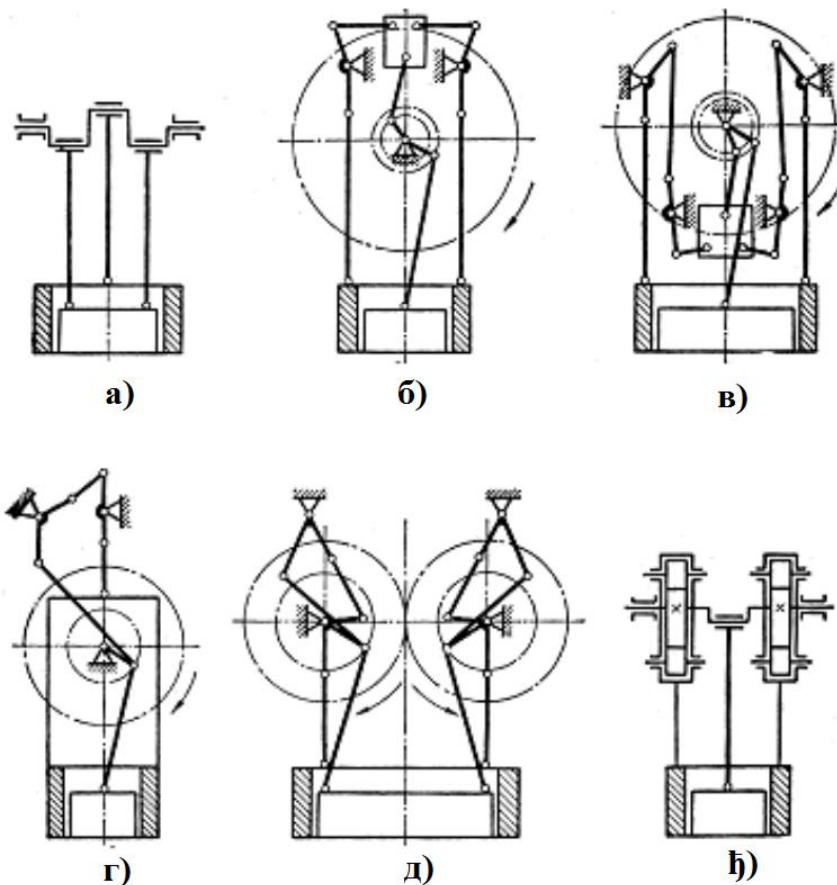
Главно дејство се користи за извођење дубоког извлачења, друго дејство се користи за обезбеђивање погона држача лима, док се треће дејство користи да би се погонили избацивачи. Мада се у понеким случајевима може јавити одступање од претходно наведеног начина коришћења појединих дејстава пресе.

На слици 4.38 је приказана кривајна преса двоструког дејства за дубоко извлачење која поседује мутилинк погонски механизам. Он даје повољнију брзину притискивача пресе у односу на прост кривајни механизам. Полужни механизам заједно са главним дејством пресе погони спољашњи притискивач, који обезбеђује силу држача лима, и доводи до застоја држача лима у фази дубоког извлачења [1].



Слика 4.38 Кривајна преса за дубоко извлачење двоструког дејства са мутилинк погонским механизмом: а) шема машине марке Müller Weingarten, б) линк механизам са осам везних полуа [1]

Погонски механизми спољашњег притискивача који обезбеђује силу држача лима су приказани на слици 4.39:



Слика 4.39 Погонски механизми преса за дубоко извлачење двоструког дејства [1]

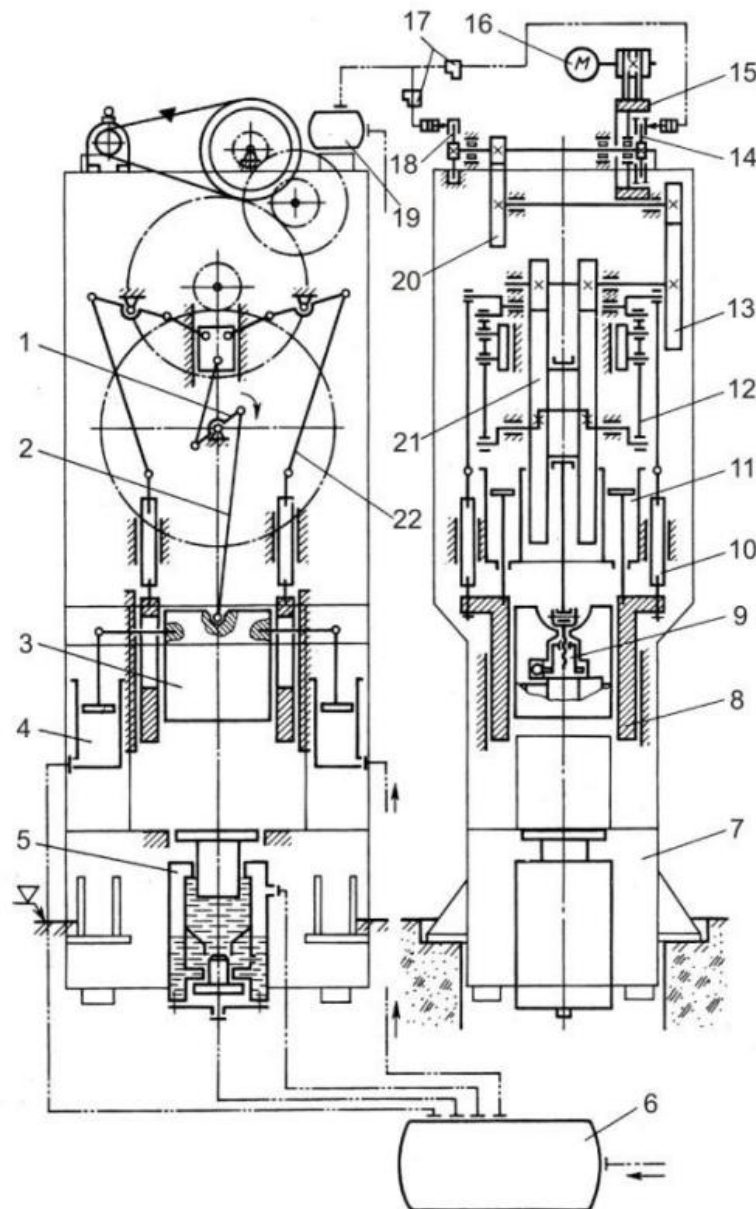
Погонски механизам под словом (а) представља прост трокривајни механизам. Средња криваја даје погон унутрашњем притискивачу, док остале две криваје дају погон спољашњем притискивачу. Недостатак им је непостојање застоја држача лима. Пресе које користе овакав механизам имају малу примену и углавном се користе за извлачење делова мале дубине. Спољашњи притискивач се код овог механизма може користити за опсецање обрадака.

Погонски механизми под словима (б) и (в) поседују вишеполужне механизме, које дају сличне кинематске карактеристике као погонски систем који је приказан под словом (а). У односу на прву варијанту, они обезбеђују довољно дугачак застој спољашњег притискивача за време кретања унутрашњег притискивача. Због те особине омогућавају обликовање високих делова.

Погонски механизми који су приказани под словима (г) и (д) поседују карактеристике које су доста сличне механизму који је приказан под словом (в). Предност преса које користе ове механизме је у томе да поседују кривају која је у облику зупчаника са ексцентром, што им даје компактну конструкцију.

Погонски механизам који је приказан под словом (ж) поседује брегасте плоче које погоне спољашњи притискивач. Може се видети у мањим кривајним пресама код којих уградња вишеполужног механизма представља нерационалну конструкцију [1].

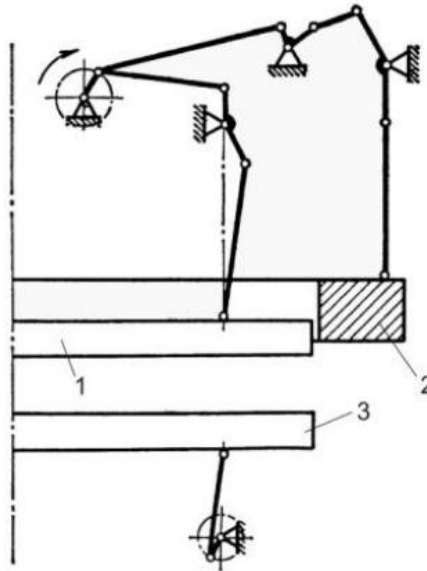
Комплетна кинематска шема једне кривајне пресе двоструког дејства која има хидропнеуматски јастук је приказана на слици 4.40:



Слика 4.40 Кинематска шема кривајне пресе двоструког дејства: 1 - кривајно вратило, 2 - кривајна полука, 3 - унутрашњи притискивач, 4 - балансни уређај унутрашњег притискивача, 5 - хидропнеуматски јастук, 6 - акумулатор ваздуха, 7 - тело пресе, 8 - спољни притискивач, 9 - механизам за подешавање висине притискивача, 10 - плунжер полука, 11 - балансни уређај спољњег притискивача, 12 - криваја, 13 - зупчаник, 14 - спојница, 15 - замајца, 16 - електромотор, 17 - управљачки вентил, 18 - кочница, 19 - акумулатор ваздуха, 20 - зупчаник, 21 - зупчаник, 22 - полужни механизам [1]

Пресу покреће електромотор (16), преко каишног преносника, замајца (15) и зупчастих парова (13, 20 и 21). Погон унутрашњем притискивачу (3 - главно дејство) даје криваја (1) и кривајна полука (2), док спољашњи притискивач (8 - држач лима) погон прима преко кривајне полуке (12), полужног механизма (22) и полуке (10). Систем управљања код ове пресе се састоји од пнеуматске спојнице (14), кочнице (18), акумулатора ваздуха (19) и разводника (17). Механизам (9) даје могућност машини да за подешавање висине притискивача. Уравнотежење унутрашњег притискивача обезбеђују балансни цилиндри (4), док спољашњи балансни цилиндри (11) обезбеђују уравнотежење спољашњем притискивачу. У столу постоји хидропнеуматски држач лима (5) [1].

Кривајне пресе троструког поседују потребу за противизвлачењем. На слици 4.41 је приказана кинематска шема пресе троструког дејства:



Слика 4.41 Шема погона пресе троструког дејства: 1 - унутрашњи притискивач (главно дејство), 2 - спољашњи притискивач (држач лима), 3 - доњи притискивач (избацивач) [1]

Покретање притискивача (држача лима) се обезбеђује горњим погоном, док доњи погон даје треће дејство које се користи за операције обликовања и просецања, али такође се може користити и као избацивач [1].

4.5. Пресе за утискивање и рељефно обликовање лима

Рељефно обликовање делова од лима представља скуп обликовања лима операцијама: дубоко извлачење, развлачење и утискивање. За рељефно обликовање довољно је користити универзалне кривајне пресе или остале пресе које су једноструког дејства. За прецизније обликовање плитких гравура на лиму се користе снажне кривајне пресе које садрже кривајни-лактасти погонски механизам [1].



Слика 4.42 Изглед пресе једноструког дејства марке Schuler, модел PMK 1500 [1]

На слици 4.42 је приказана кривајна преса једноструког дејства која поседује лактасти погонски механизам. Преса има вишеструку намену и може се користити за операције рељефног обликовања, просецања и дубоког извлачења зато што може садржати у себи јастук за извлачење. Номинална сила се креће у распону од 3,5 MN до 15 MN [1].

4.6. Пресе за обликовање лима вишепозиционим алатом

Израда сложенијих производа у више операција које се дешавају једна за другом изискује употребу вишепозиционих алата. Аутоматски додавач траке врши транспорт радног комада, док се на последњој позицији у вишепозиционом алату комад одсеца од траке. Добијање готовог комада и истовремено обликовање истог на свим позицијама се дешава у једном ходу.

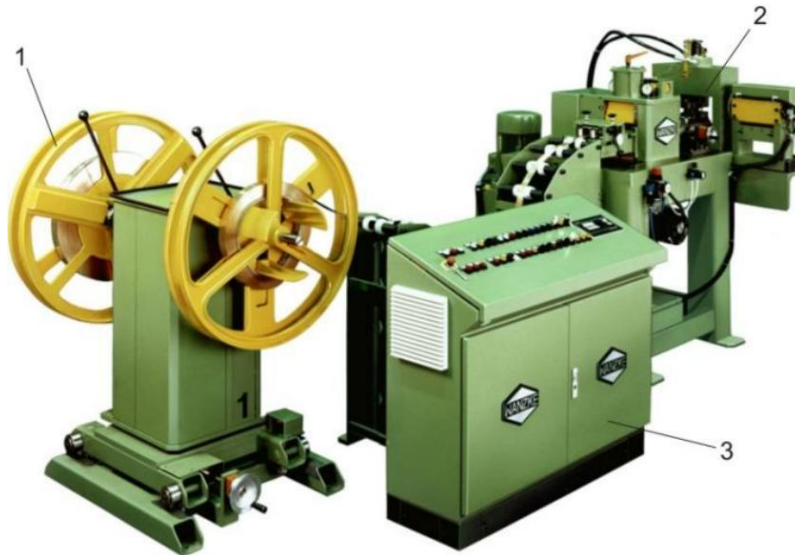
Зато ова технологија тражи пресу која мора испуњавати услов аутоматског додавања материјала, тј. мора поседовати аутоматски додавач траке [1]. На слици 4.43 је приказана ексцентарска преса марке *Beutler*:



Слика 4.43 Ексцентарска преса марке *Beutler* [1]

Преса се може користити за разне операције и обликовања вишепозиционим алатом. Прави се са номиналном силом од 630 kN до 1.000 kN, величином хода од 120 mm до 160 mm и бројем ходова од 250 до 300 у минути. Ваљци за додавање траке који чине део опреме могу бити независно покретани серво мотором, или њима погон може давати ексцентарско вратило. Погон притискивача обезбеђује једна кривајна полука. Вођење притискивача је веома прецизно, јер су саме вођице са цилиндричним куглицама. Нумеричко управљање (CNC) омогућава потпуну контролу многих система: уређаја за додавање траке, погонског система, уређаја за подешавање величине хода притискивача, систем заштите пресе од преоптерећења, уређаја за подешавање почетног положаја притискивача и др. [1].

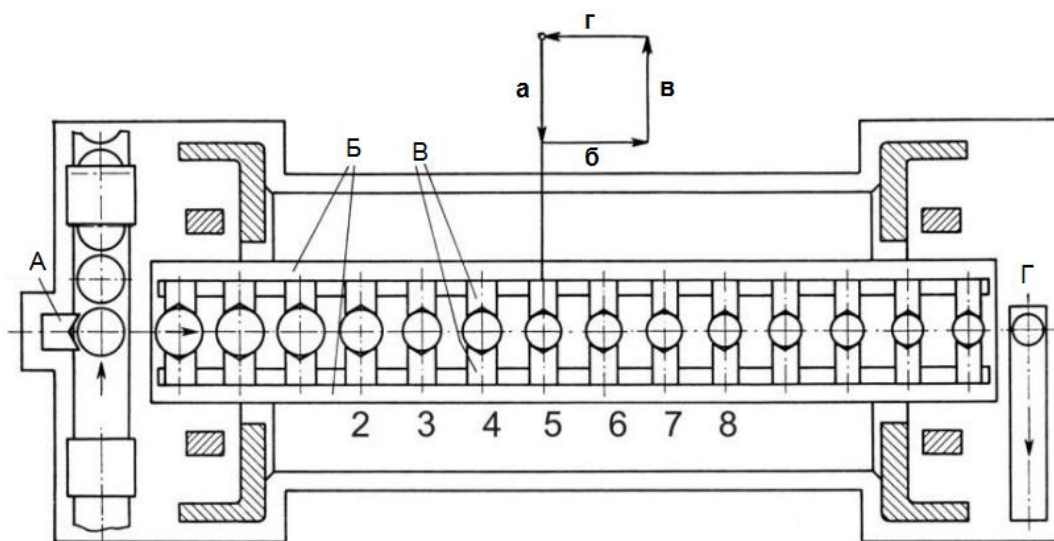
Ако се универзалним кривајним пресамa претходно додају уређаји за транспорт траке лима, онда оне такође могу вршити ову операцију. Ако пак преса нема уграђен уређај који додаје траку лима, исти може бити додат испред машине у склопу аутоматске линије. Та аутоматска линија садржи уређај за одмотавање траке лима, уређај за исправљање траке лима и уређај за акумулацију материјала [1]. На слици 4.44 је приказан један такав уређај:



Слика 4.44 Додавач траке марке Wanzke: 1 - одмотач траке, 2 - додавач, 3 - командни пулт [1]

4.7. Вишепозиционе пресе за обликовање лима

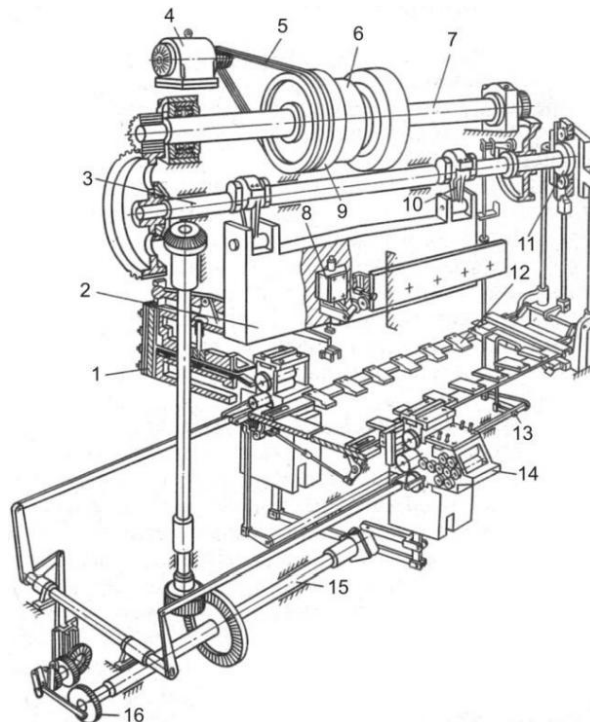
Пресе које су опремљене сопственим уређајем за транспорт обратка између операција (грајферни механизам) и држачима лима на свим позицијама, поседују услове за истовремено извршавање више операција обликовања и раздвајања. Користе се у масовној производњи, што значи да су високо продуктивне [1]. На слици 4.45 је приказана функционална шема грајферног механизма вишепозиционе кривајне пресе:



Слика 4.45 Грајферни механизам вишепозиционе кривајне пресе: А - додавач припремке, Б - летве грејфера, В - хватаљке (грејфери), Г - тракасти транспортер; а, б, в, г - смер кретања грајферног механизма [1]

Из траке (1) се исецају кружни припремци. Након тога се та трака помера помоћу ваљака које покрећу нумерички управљани серво мотори. Додавач припремка (А) врши транспорт исеченог припремка до прве позиције пресе, док грејферни механизам извршава међуоперациони транспорт радног комада. грајферни механизам се састоји од уздужно покретљивих летви (Б) и хваталки (В). Тракасти транспортер (Г) износи готов комад. Грајферни механизам који је у равни (2D) се састоји од четири компоненте: радијално померање ради стезања обрадака (а), уздужно померање са деловима унапред (б), радијално одмицање, односно отпуштање комада (в) и уздужно кретање уназад (г). Грејферни механизам који је 3D поседује још и вертикално кретање на горе и кретање на доле.

Димензије обратка и његов степен сложености врше главну улогу у одређивању величине вишепозиционе пресе која ће се користити [1]. На слици 4.46 је приказана кинематска шема вишепозиционе пресе која поседује двокривајни погон:



Слика 4.46 Кинематска шема трансфер пресе: 1 - маказе за одсецање отпада, 2 - притискивач, 3 - кривајно вратило, 4 - електромотор, 5 - каишни преносник, 6 - фриктиона спојница са кочницом, 7 - вратило, 8 - носач горњег дела алата, 9 - замајца, 10 - кривајна полука, 11 - механизам за уздужно покретање грајфера, 12 - летва грајфера, 13 механизам за попречно покретање летви, 14 - уређај за додавање и исправљање траке, 15 - вратило за погон додавача лима, 16 - кривајна плоча [1]

Електромотор (4) преко каишног преносника (5) и замајца (9) који се обрће на вратилу (7) даје погон преси. Исто вратило поседује и фриктиону спојницу са кочницом (6). Кривајно вратило (3) од зупчаника добија обртни момент са вратила (7). Две кривајне полуке (10) врше покретање притискивача (2). Уређај за исправљање материјала и свом склопу поседује додавач материјала и то додавање се изводи помоћу ваљака (14). Погон додавачу траке лима даје вратило (15), тј. преко кривајног вратила, вертикалног међувратила и конусних зупчаника. Ексцентарска плоча (16) и полужни механизам обезбеђују померање уређаја за додавање. Механизам са брегастом плочом двоструког дејства (11) који је постављен на десном крају кривајног вратила омогућава уздужно кретање летви грајферног механизма (12). Механизам (13) обезбеђује попречно кретање транспортних летви. Избацивачи су уграђени у горњим алатима [1].

4.8. Пресе за обликовање великих делова од лима

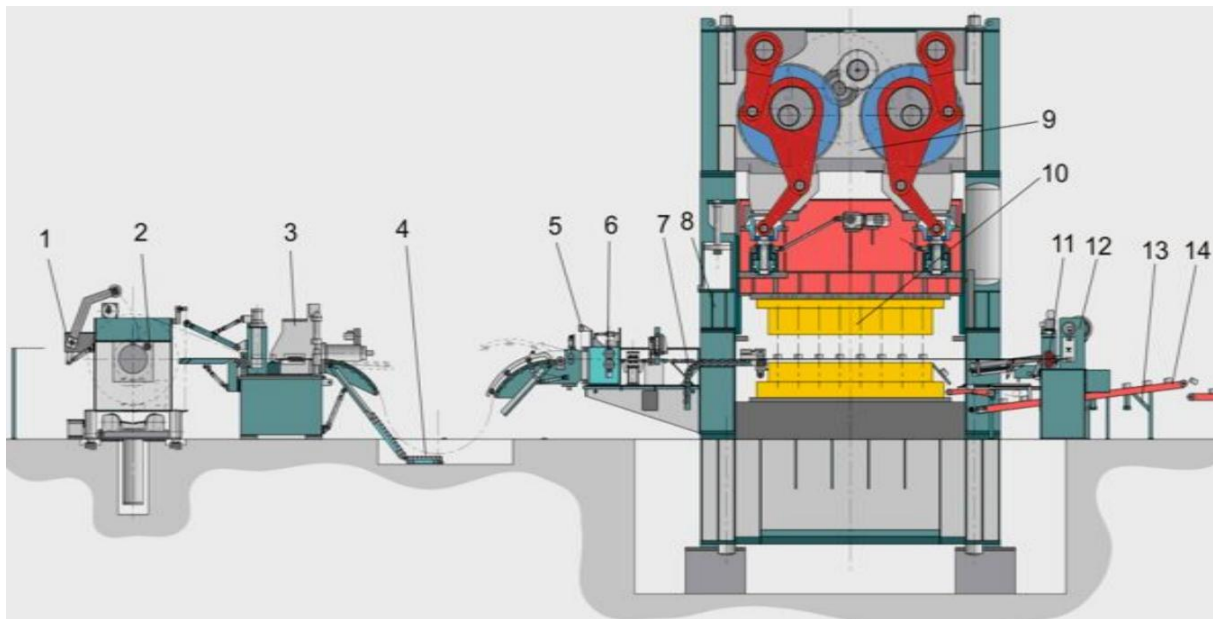
Делови од лима који имају велике димензије и који се производе у великим серијама, за своју израду изискују посебну врсту преса и производне линије које могу да понуде високи степен аутоматизације [1].

Делови који имају велике димензије се могу обликовати у следећим пресама [1]:

1. Пресама са вишепозиционим алатом;
2. Вишепозиционим пресама;
3. Аутоматским производним линијама.

4.8.1. Обликовање великих делова пресама са вишепозиционим алатом

Вишефазно обликовање лима помоћу вишепозиционог алата користи операције просецања, пробијања, савијања, одсецања, дубоког извлачења и др. [1]. На слици 4.47 је приказана једна таква линија:



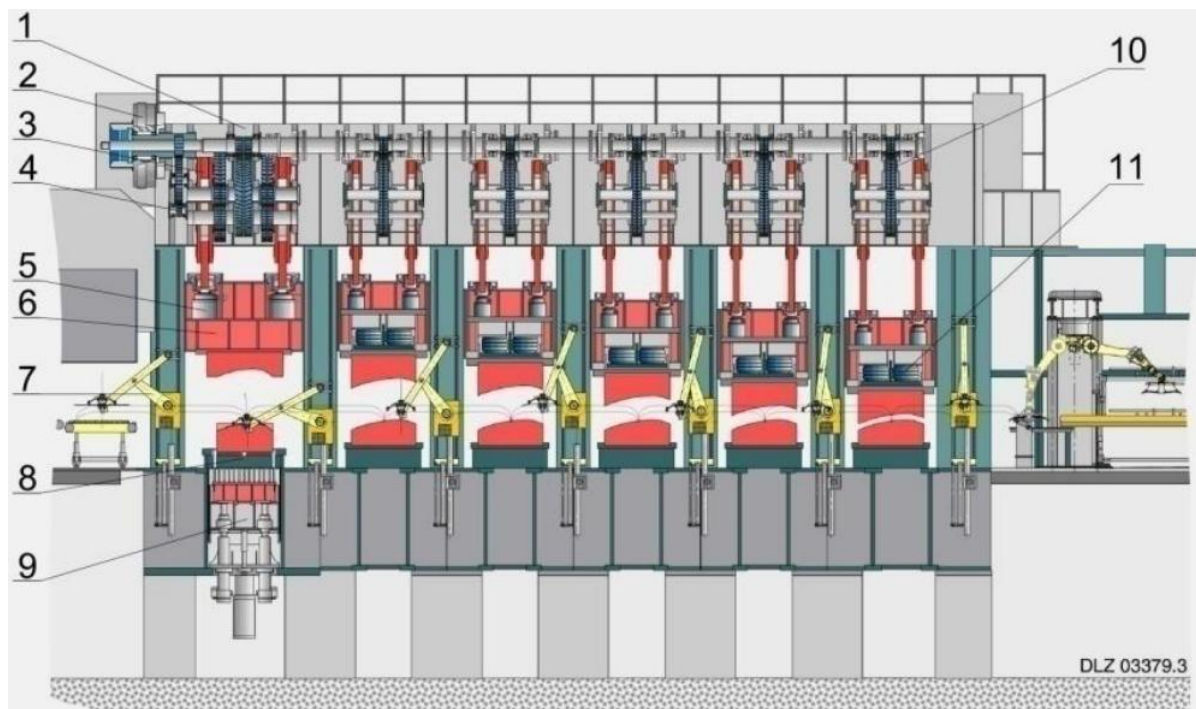
Слика 4.47 Линија са кривајном пресом за обликовање великих делова вишепозиционим алатом марке Müller Weingarten: 1 - уређај за активирање одмотача, 2 - уређај за одмотавање траке, 3 - машина за исправљање лима, 4 - акумулациона петља, 5 - уређај за детекцију заваривања, 6 - додавач траке, 7- маказе за поравнавање траке, 8 - погон ваљака за померање траке, 9 - машина, 10 - вишепозициони алат, 11 - вучни ваљци за траку, 12 - маказе, 13 - нагнута плоча за отпад, 14 - трака за транспорт готових делова [1]

На слици 4.47 је приказана аутоматска линија за обликовање великих делова помоћу вишепозиционог алата. Машина (3) исправља траку лима која се одмотава са уређаја (2). Нумерички управљани ваљци (6) убацују ту траку лима у простор алата, где се она обликује помоћу пресе (9) и алата (10). Вишеполужни (мултилинк) погонски систем, који узгред поседује и добре кинематске карактеристике, извршава покретање притискивача пресе. Праве се са номиналном силом од 10 MN до 30 MN [1].

4.8.2. Вишепозиционе пресе за обликовање великих делова

Обликовање великих делова се врши на посебним врстама вишепозиционих (трансфер) кривајних преса. Величина радног комада и начин вршења транспорта радног комада одређују које ће се пресе користити.

Трансфер обратка се може вршити на два начина. Први начин је коришћење класичног грајферног механизма са уздужно померљивим летвама, док је други начин коришћење механизма са попречно постављеним летвама на којима се налазе вакуумске хватаљке. Могуће су две варијанте попречних летви: прва варијанта има погон помоћу парова осцилујућих полуга, док друга варијанта има погон помоћу уздужно покретљивих летви [1]. Вишепозициона преса са попречним летвама за транспорт обратка је приказана на слици 4.49:

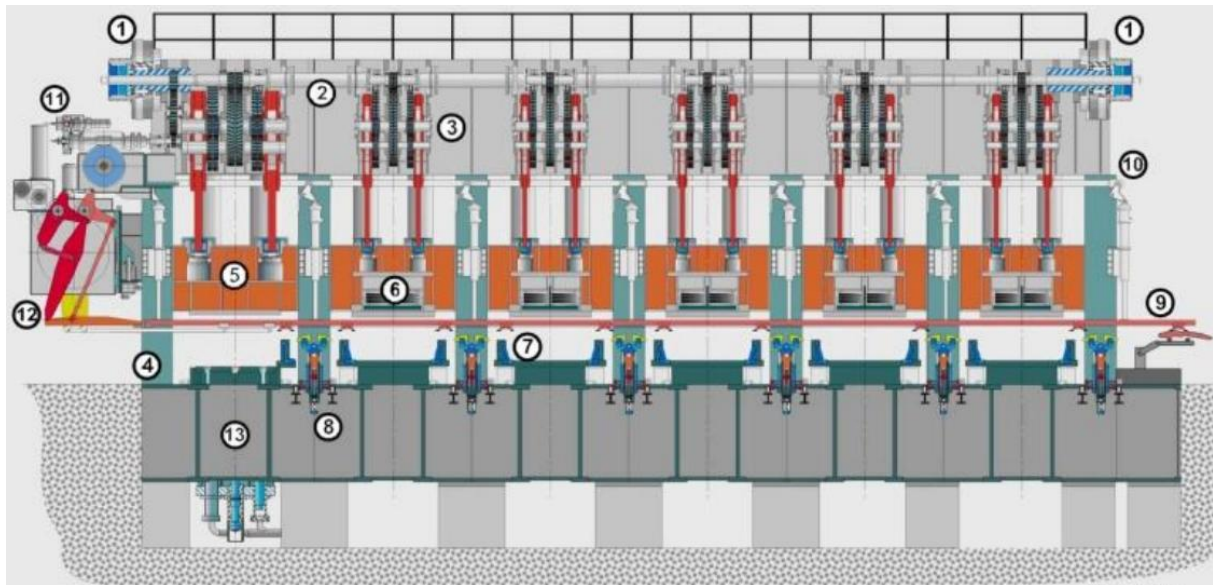


Слика 4.49 Компактна вишепозициона преса са попречним летвама за транспорт обратка за израду делова каросерије аутомобила марке Müller Weingarten: 1 - круна пресе, 2 - погонски мотор, 3 - кривајни механизам, 4 - блокада погона, 5 - веза кривајне полуге са притискивачем, 6 - притискивач, 7 - транспортер, 8 - сто пресе, 9 - јастук за извлачење, 10 - уравнотеживач притискивача, 11 - јастук притискивача [1]

Поседују веома компактни транспортни систем. Њега чине парови електронски управљаних осцилујућих полуга које преносе попречну летву са вакуумским хватаљкама. Због тога има високу флексибилност, где се за монтажу и функционисање тог система унутар пресе захтева мали простор.

Постоји могућност нагињања попречних летви приликом транспорта обратка што омогућава преси да избегне препреке унутар радног простора. Поседује више притискивача чије кретање временски усклађује са потребама процеса обликовања. Присутна је потпуна аутоматизација приликом уношења припремке, изношења готовог дела и његовог складиштења. Номинална сила пресе је 50 MN до 90 MN, док се број ходова креће од 15 до 17 у минути [1].

На слици 4.50 је приказана велика трансфер преса код које се транспорт обрадака врши помоћу специјалног транспортера:



Слика 4.50 Диспозиција велике трансфер пресе са попречном транспортном летвом марке Müller Weingarten, модел S 9500: 1 - погонски систем са замајцем, 2 - централно погонско вратило, 3 - круна пресе, 4 - вођице притискивача, 5 - притискивач, 6 - јастук притискивача, 7 - плоча јастука, 8 - алат, 9 - шипка за подизање транспортера, 10 - подизач, 11 - погон транспортера, 12 - додавач, 13 - држач лима [1]

Специјални транспортер садржи уздужно покретне летве (где погон добијају од нумерички управљаних брегастих плоча) и попречне летве које садрже вакуумске хватаљке. Укључивање у рад аутоматског додавача припремака и међуоперацијског транспортера са аутоматским хватаљкама доводи до ефикасне производње. Изношење готовог отпреска из пресе је у потпуности роботизовано.

Кривајно вратило са једном или две погонске јединице обезбеђују погон притискивача. Погонски систем садржи сложени мултилинк кинематски систем што омогућава веома високу производност. Сам обрадни систем, којем ова преса припада, поседује потпуно механизовану замену алата, али и потпуно механизовано додавање припремка и њихово подмазивање [1].

Техничке карактеристике великих трансфер преса су [1]:

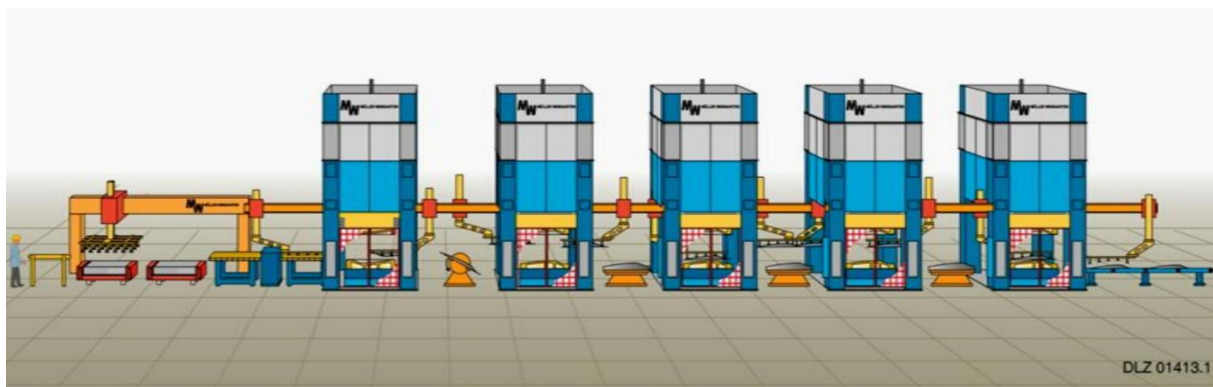
- Номинална сила од 50.000 kN до 95.000 kN;
- Ход транспортера од 2.200 mm до 2.600 mm;
- Број ходова од 13 до 15 у минути.

4.8.3. Аутоматске линије за израду великих делова

Аутоматске линије се користе за производњу великих и сложених делова од лима. Линију чине више кривајних преса које су, иако физички раздвојене, повезане тако да заједно чине једну целину. Уведена је потпуна аутоматизација процеса, где се поред аутоматског додавача материјала, налази још и међуоперацијски транспортер и манипулатор који служи за паковање готових комада. Принцип по којем функционише аутоматска линија је тај да од више кривајних преса колико се налазе у линији, постоји главна (водећа) кривајна преса на којој се изводи операција обликовања (дубоко извлачење). Остале пресе у линији представљају помоћне пресе на којима се изводе додатне операције као што су просецање, пробијање, савијање, опсецање обратка итд. Обавезно је нумеричко усклађивање притискивача и грајферног система који се користи за транспорт материјала, у целој линији. Транспорт обратка се врши директно од пресе до пресе роботима и грајферним механизмом.

Држачи лима код преса за дубоко извлачење су хидраулични или пнеуматски. Да би се извршила замена алата потребно је употребити специјални уређај.

Погонски систем може имати једну кривају, али и постоје и друге изведбе које садрже различите кривајне механизме. [1]. На слици 4.52 је приказана једна аутоматска линија компаније *Müller Weingarten*:



Слика 4.51 Аутоматска линија за обликовање делова каросерије аутомобила [1]

Техничке карактеристике аутоматских линија које производи компанија *Müller Weingarten* су следеће [1]:

- Укупна номинална сила целе линије од 20.000 kN до 25.000 kN,
- Номинална сила главне пресе од 8.000 kN до 12.000 kN,
- Ход транспортера обратка од 6.000 mm до 8.000 mm,
- Број израђених комада у минути од 8 до 12.

5. Кривајне пресе за хладно запреминско деформисање

Кривајне пресе које се користе за ове операције морају поседовати одговарајућу високу силу и енергију. Разлог томе је што се запреминско деформисање у хладном стању изводи у условима високог специфичног притиска и укупног оптерећења. Особина брзоходности даје већу предност кривајним пресима у односу на хидрауличне пресе.

Специфични услови којим су подвргнути приликом хладног запреминског деформисања, чине их веома робусним, што им даје велику крутост. Због тога је радни простор мањих димензија када се пореде са кривајним пресима које се користе за обликовање лима.

Поседују аутоматске додаваче материјала, јер се користе за масовну производњу. Могу се налазити као појединачне, или припадати аутоматској линији. Аутоматски режим рада је сличан као код кривајних преса за обликовање лима [1].

Класификација кривајних преса за запреминско деформисање се према технолошким карактеристикама може поделити у две основне групе [1]:

1. Пресе за хладно запреминско деформисање;
2. Пресе за топло обликовање.

Поседују нумеричко (CNC) управљање. Добре карактеристике које поседују их чине идеалним за ову врсту обликовања. Неке од карактеристика ових преса су: прецизно вођење притискивача пресе, опремљеност избацивачима у притискивачу и столу машине, поседовање система аутоматског транспорта материјала, систем заштите од преоптерећења.

Хладно запреминско деформисање садржи следеће операције: сабијање, истискивање, утискивање, ковање, калибрисање, *net shape forming* и *near net shape forming* технологије и др. Једна од елементарних фаза хладног деформисања, али и топлог деформисања такође, јесте операција сабијања. Димензије радног простора пресе, деформационе силе и рад су главни чиниоци избора кривајне или ексцентарске пресе простог дејства која ће се користити за ову операцију [1].

Хладно запреминско деформисање користи следеће машине [1]:

1. Пресе за хладно истискивање;
2. Пресе за технологију *net shape forming*;
3. Пресе за калибрисање и утискивање;
4. Пресе за ковање;
5. Хоризонталне вишепозиционе пресе;
6. Маказе за сечење профила и др.

5.1. Пресе за хладно истискивање

Хладно истискивање могу извршавати доста различитих врста кривајних и ексцентарских преса. Оне могу бити једнопозиционе и вишепозиционе, са тим што вишепозиционе пресе поседују специјални уређај за међуоперацијски трансфер радног комада.

Према књизи Машине за обраду деформисањем - Кривајне пресе (*Crank presses*), аутора Драгише Вилотића и Мирослава Планчака, наводи се: „према немачким нормама, за хладно истискивање се примењују кривајне, ексцентарске као и хидрауличне пресе чије су карактеристике приказане у табели 5.1“ [1]:

Табела 5.1 Карактеристике преса за хладно истискивање [1]

	Кривајна и ексцентарска преса	Кривајно-лактаста преса	Хидраулична преса
Номинална сила [kN]	1.000 до 16.000	1.000 до 16.000	1.000 до 16.000
Број ходова у минути	10 до 100	20 до 200	5 до 60
Повратна сила притискивача [kN]	$(0.1 \div 0.15)F_n$	$(0.05 \div 0.20)F_n$	$(0.1 \div 0.15)F_n$
Сила избацивача у столу пресе [kN]	$(0.05 \div 0.15)F_n$	$(0.05 \div 0.20)F_n$	$(0.05 \div 0.15)F_n$
Ход избацивача у столу пресе [mm]	$(0.25 \div 0.5)H_{\max}$	$(0.1 \div 0.5)H_{\max}$	$(0.25 \div 0.5)H_{\max}$
Сила избацивача у притискивачу пресе [kN]	$(0.02 \div 0.1)F_n$	$(0.01 \div 0.05)F_n$	$(0.01 \div 0.05)F_n$
Ход избацивача у притискивачу пресе [mm]	$(0.1 \div 0.3)H_{\max}$	$(0.05 \div 0.20)H_{\max}$	$(0.1 \div 0.3)H_{\max}$

Пресе за хладно истискивање могу поседовати прост кривајни механизам, ексцентарски механизам, кривајно-полужни механизам и др. као своје погонске системе. У производњи се прави велика бука, али се та бука може умањити применом препоручених вредности брзине притискивача [1]:

- $v > 0,4$ m/s за кривајне и ексцентарске пресе,
- $v < 0,4$ m/s за кривајно-лактасте пресе,
- $v < 0,1$ m/s за хидрауличне пресе.

Пресе за хладно истискивање се могу поделити на [1]:

1. Ексцентарске пресе;
2. Преса са линк погонским механизмом;
3. Преса за хладно истискивање са кривајно-лактастим погонским механизмом;
4. Пресе за истискивање танкозидих посуда.

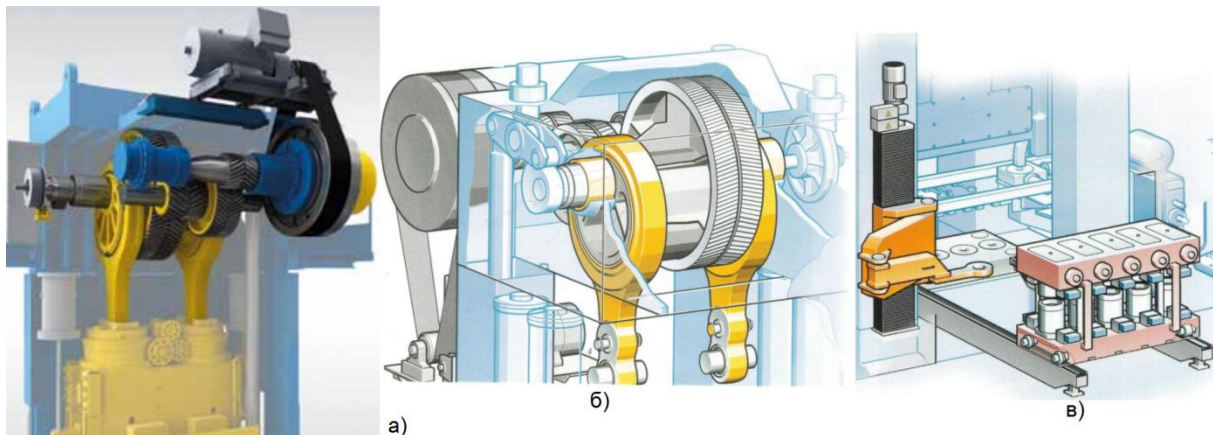
5.1.1. Ексцентарске пресе

Ексцентарске пресе које се користе за хладно истискивање поседују велику производност, као и високу расположиву силу и енергију. Могу бити једнопозиционе и вишепозиционе. Поседују нумеричко (CNC) управљање и доста уграђене додатне опреме, као што су: избацивачи у притискивачу и столу пресе, системи за аутоматски транспорт материјала и обрадака и др., које помажу да ове пресе што ефикасније изврше задате операције. [1]. На слици 5.1 је приказана ексцентарска преса, док су на слици 5.2 приказани погонски систем пресе и замена алата на преси:



Слика 5.1 Ексцентарска преса марке Schuler модел MMME2 [5]

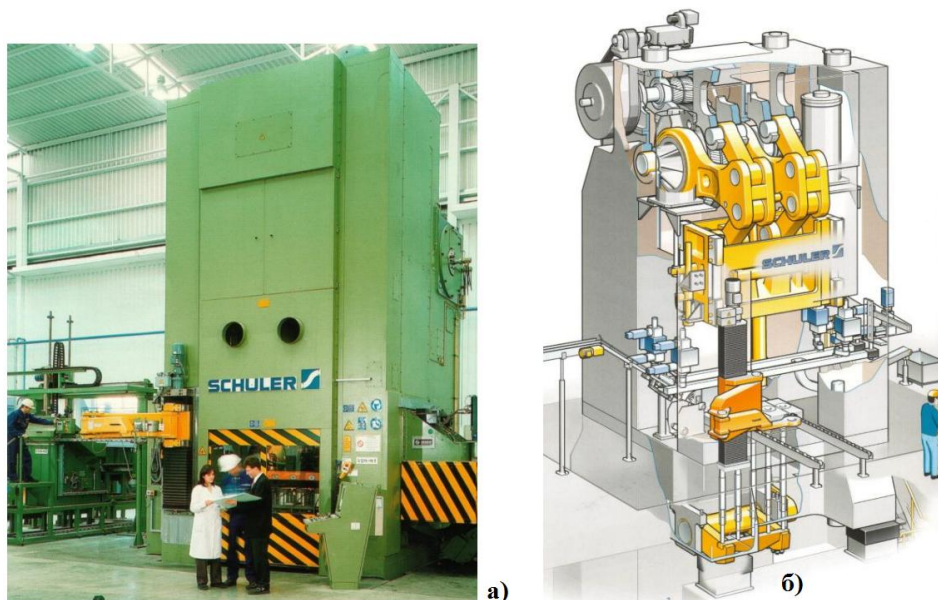
Вишепозициона (трансфер) ексцентарска преса компаније Schuler која је приказана на слици 5.1 се користи за вишеоперационо обликовање сложених делова. Погон добија од ексцентарског механизма са редуктором. Висока крутост погонског система је обезбеђена погонским зупчаником који се налази на ексцентарском вратилу. Две кривајне полуге покрећу притискивач (слика 5.2 под словима (а) и (б)), и његов ход је сталан и не може се мењати. Веома прецизно вођење притискивача се добија од осам водећих летви. Прави се са номиналном силом од 6,3 MN до 40 MN. Замена алата је у потпуности механизована и она се изводи помоћу механизма који садрже шине са ваљцима (слика 5.2 под словом (в)) [1].



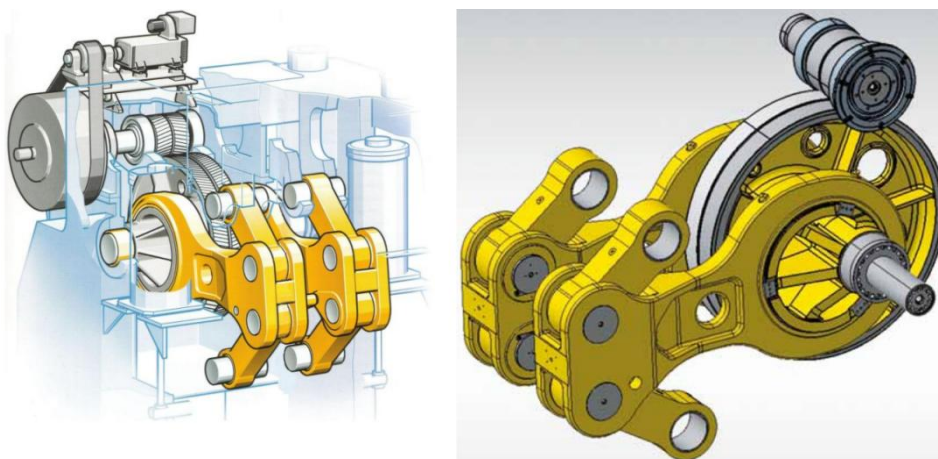
Слика 5.2 а), б) Погонски ситем пресе марке Schuler модел MMME2; в) Замена алата на преси марке Schuler модел MMME2 [1] [5]

5.1.2. Пресе са линк погонским механизмом

Кривајна преса може остварити још боље перформансе уколико уместо ексцентарског механизма користи линк погонски механизам. На слици 5.3 је дат приказ вертикалне вишепозиционе пресе која садржи пет позиција (а) и њене конструкције (б). Преса поседује линк погонски механизам (слика 5.4) којој овој машини даје веома добру флексибилност у погледу кинематских и других карактеристика. Због овог механизма, добија се брз прилаз и брз повратак алата. Смањење брзине, док се врши деформисање, даје добре услове за обликовање материјала и повећани радни век алата. Притискивач има већи ход, све захваљујући конструкцији кривајно-полужног погонског система. Крутост носеће структуре и осталих елемената доводи до тога да притискивач пресе, који поседује осам водећих летви, има веома прецизно вођење са малим зазором. Избацивачи се налазе у столу пресе, што помаже да се скрати радни циклус. Брз међуоперацијски транспорт обратка обезбеђује аутоматски нумерички управљан систем транспорта. Замена алата је у потпуности механизована и изводи се помоћу механизма који садрже шине са ваљцима. Преса поседује аутоматско стезање алата, које се извршава преко хидрауличних стега. Поседују добре карактеристике, што их чини идеалним за производњу делова које траже велику тачност [1].

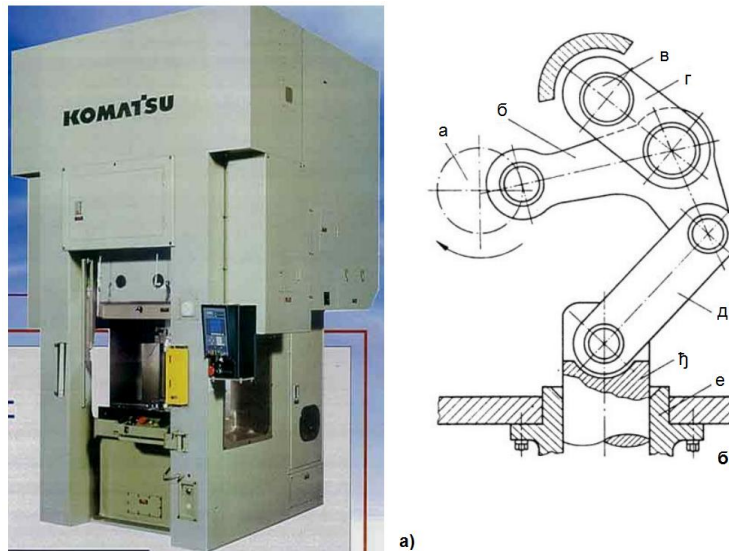


Слика 5.3 а) Линк преса марке Schuler модел MML2; б) Конструкција линк пресе Schuler модел MML2 [1]



Слика 5.4 Погонски систем линк пресе марке Schuler модел MML2 [1] [6]

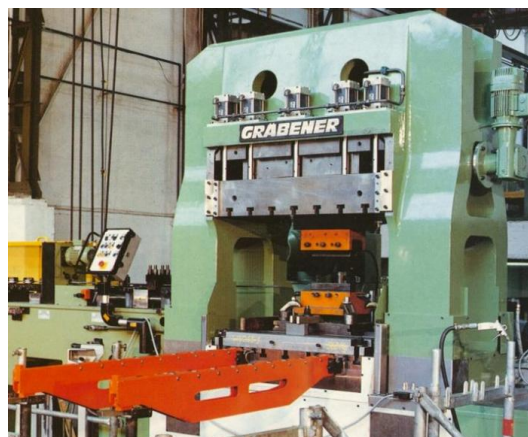
На слици 5.5 (под словом (а)) је приказана друга врста линк кривајне пресе јапанске компаније *Komatsu*. Преса је опремљена са линк погонским механизмом (слика 5.5 под словом (б)). Овај линк погонски механизам даје могућност брзог прилаза притискивача. То се постиже тако што се прво ствара релативно мала брзина у тренутку контакта алата са материјалом, после тога следи период благог смањивања брзине до нулте вредности у којем се одвија процес истискивања, затим релативно дуг застој у доњој мртвој тачки (ДМТ), након чега следи брзи повратак притискивача у горњу мртву тачку (ГМТ) [1].



Слика 5.5 а) Линк преса марке *Komatsu*; б) Погонски механизам *Муррес*: а - кривајно вратило, б - L кривајна полула, в - зглоб, г - линк полула, д - притисна линк полула, е - плунжер [1]

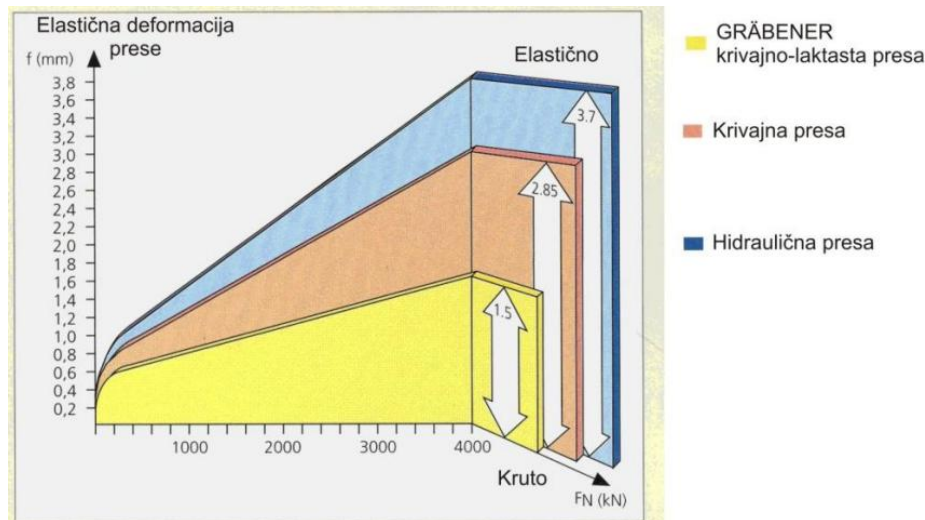
5.1.3. Преса за хладно истискивање са кривајно-лактастим погонским механизмом

Пресе које поседују кривајно-лактасти механизам са доњим погоном, могу да изводе прецизно хладно истискивање делова који имају сложенији облик. На слици 5.7 је приказана вишепозициона кривајно-лактаста преса. Гради се са номиналном силом од 1.000 kN до 10.000 kN. Поседује додатне уређаје као што су аутоматски систем за додавање припремке и грајферни механизам за међуоперацијски транспорт обратка. Постоји и могућност подешавања висине радног простора, померањем горње плоче пужним преносником [1].



Слика 5.6 Преса за хладно истискивање марке *Gräbener* модел *GFK (MMK)* [1]

У столу се налазе избацивачи, а такође могу постојати и уређаји за замену алата који сам посао измене алата чини лакшим. На слици 5.9 је приказана крутост ове пресе, која је виша у односу на друге кривајне и хидрауличне пресе [1].

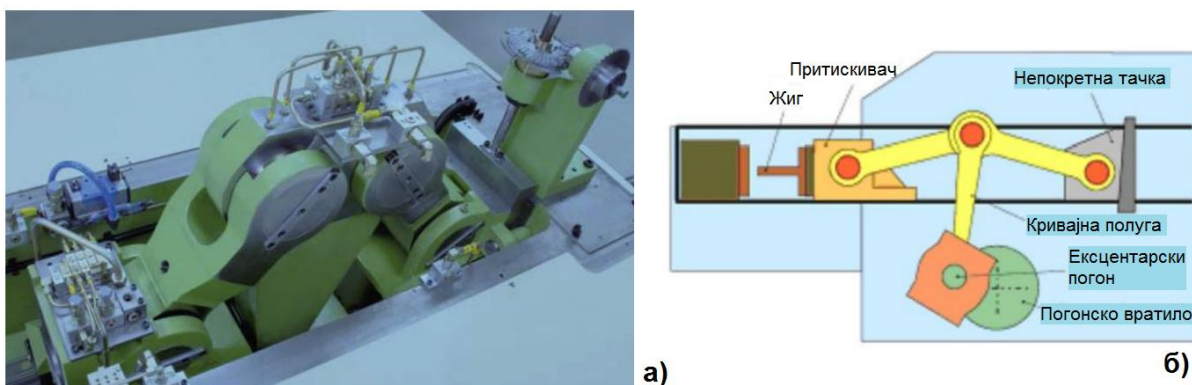


Слика 5.7 Еластичне деформације пресе [1]

5.1.4. Пресе за истискивање танкозидних посуда

Пресе које се користе за истискивање танкозидних посуда користе модификовани кривајно-лактасти механизам. Овај механизам омогућава равномерну брзину деформисања, тј. сусрет притискивача са материјалом при релативно малој брзини и приближно константу брзину при истискивању. Тиме се постиже смањено трошење алата. Калибрисане плоче врше додавање припремка и даљи транспорт обратка између операција.

Имају могућност да за доста кратко време изврше стезање алата, јер је читав процес механизован. Систем управљања пресом врши аутоматско подмазивање. Вођице са куглицама врше прецизно вођење притискивача. Хлађење и грејање пресе омогућује уграђени уљни систем. Тај систем омогућава поуздано вршење процеса на температурама од 10°C до 45°C [1]. На слици 5.8 је приказан погонски систем пресе компаније *Schuler*:



Слика 5.8 Погонски систем пресе марке *Schuler*: а) изглед пресе, б) конструкција погона [1]

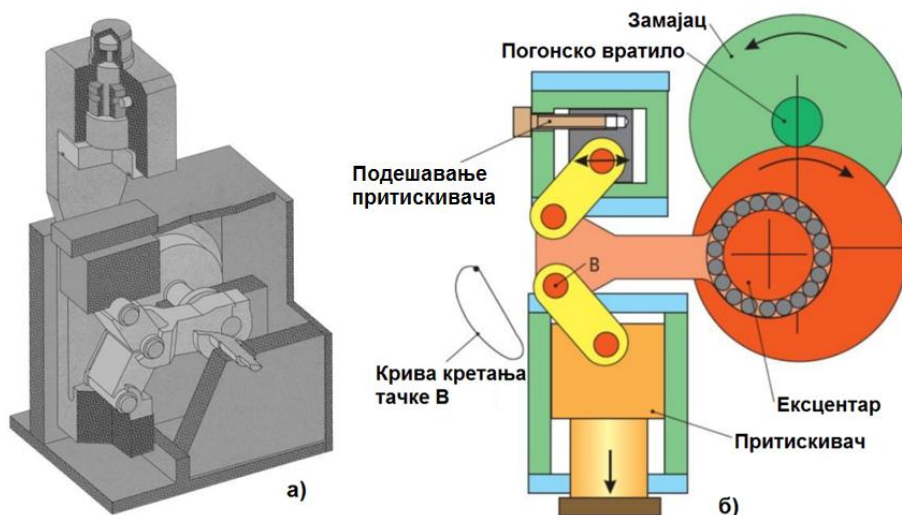
Праве са номиналном силом од 1,5 MN до 12 MN, док се на њима могу правити делови који имају пречник од 45 mm до 125 mm. Поред операције супротносмерног истискивања се могу извршавати и операције истосмерног истискивања [1].

5.2. Пресе за калибрисање, утискивање и хладно ковање

Ради смањења трошкова операција, када се функционалне површине отковака морају дорађивати, може се користити калибрација отковака у хладном стању. Димензије комада се могу вратити у захтевану границу и за то се користи операција калибрисања. Калибрисање се може применити на коадима који су хладно обликовани, али и топло обликовани такође. Механичке пресе које извршавају операцију калибрисања поседују кривајно-лактасти погонски механизам, али се могу применити и за операције утискивања и хладног ковања [1].

5.2.1. Пресе за калибрисање и утискивање

Пресе које поседују виши капацитет силе, а мање вредности енергије се могу применити за операције калибрисања и утискивања. Пресе за хладно ковање захтевају поред великог капацитета силе и значајније вредности енергије. За операције калибрисања, утискивања и хладног ковања се користе пресе са кривајно-лактастим и са модификованим кривајно-лактастим погонским механизмом, што је приказано на слици 5.9. Модификовани кривајно-лактасти механизам ствара велику силу, а уз то и обезбеђује малу брзину притискивача [1].



Слика 5.9 Кривајно лактасти механизам: а) класични, б) модификовани [1]

На слици 5.10 је приказана преса за калибрисање. Поседује номиналну силу која се креће од 2,15 MN до 15 MN. Ради у аутоматском режиму и поседује уређај за аутоматско додавање припремака и избацивање готових делова [1].



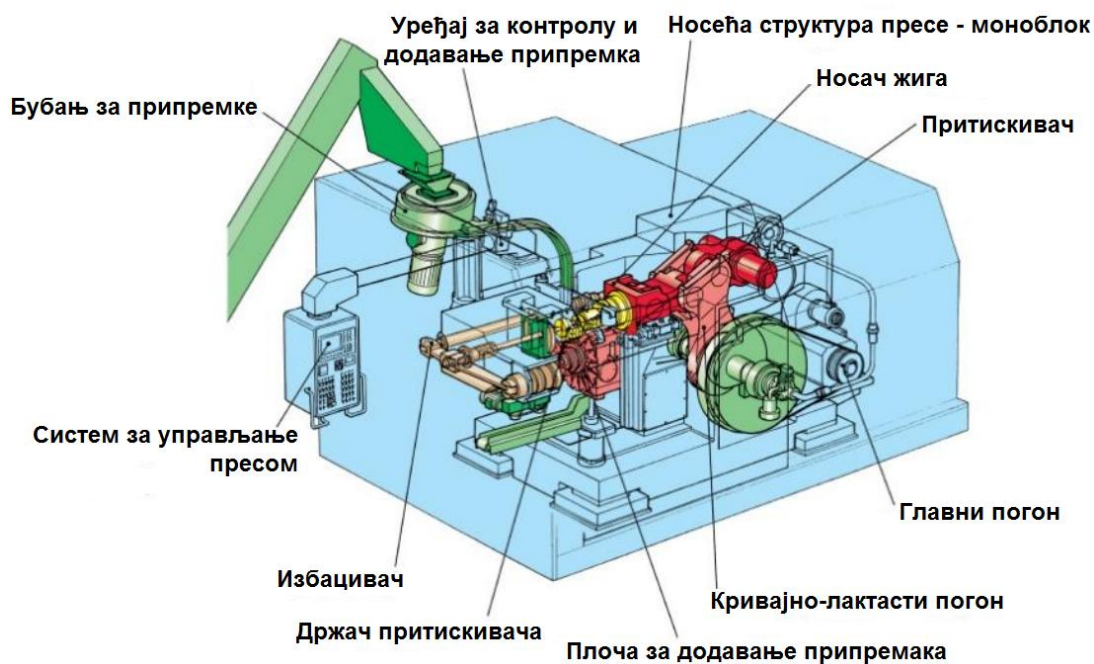
Слика 5.10 Преса за калибрисање марке Schuler [1]

5.2.2. Пресе за ковање новца

Метални новац захтева обликовање са доста великом прецизношћу (толеранција пречника мора износити $\pm 0,02 \text{ mm}$). Брзоходне пресе, операцијом просецања, обезбеђују припремке који ће се користити за ту сврху.

Сам процес ковања новца изводе два притискивача са контра отисцима који се утискују великом силом, а малом брзином. За време процеса у којем се дешава ковање може се десити да дође до мале деформације средишњег дела радног комада, где се може наталожити материјал на ивици, која се касније мора додатно дорађивати. На крају хода алата је пожељно да се оствари временски застој да би се попуниле фине гравуре.

Ковање новца могу извршавати и хоризонталне и вертикалне кривајно-лактасте пресе. Номинална сила се креће од 1.000 kN до 2.000 kN и морају имати велики број ходова у јединици времена [1]. На слици 5.11 је приказана хоризонтална преса:

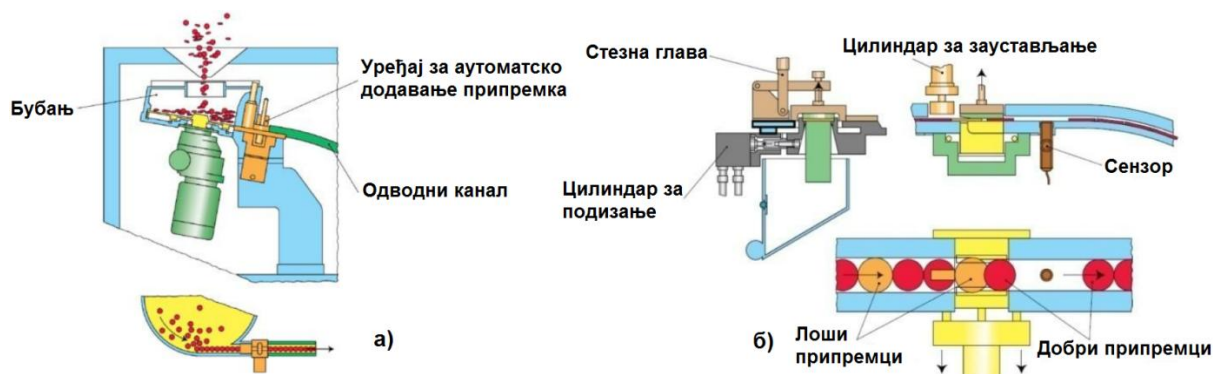


Слика 5.11 Хоризонтална машина за ковање новца марке Schuler модел MRH 150 [1]

Приказана је хоризонтална преса која се користи за ковање једноделног металног новца. Направљена је од челичних плоча које су спојене заваривањем. Машина је изолована против превелике јачине звука и потпуно је затворена, што не дозвољава нежељени приступ алату. Замена алата је једноставна, а пошто је могуће врло лако уклонити транспортни систем пресе, замена се може извршити за неколико минута. Управљање је нумеричко и оно надзире све функције које су од виталног значаја за функционисање саме пресе. Изводи и до 800 ходова у минути.

Поред ових хоризонталних преса за ковање новца, постоје и вертикалне пресе које су пре свега намењене за ковање биметалног новца (дводелни откивак) [1].

Додавање припремака код хоризонталне пресе за ковање новца се врши механички. Изводи се помоћу левка, профилисаног канала и калибрисане плоче која захвата и додаје по један комад (слика 5.12 под словом (а)). Уколико се деси да димензије припремака немају одговарајућу вредност, систем који управља додавачем припремке аутоматски одбацује те комаде (слика 5.12 под словом (б)). Избацивач врши избацивање комада који је готов, јер је директно повезан са притискивачем пресе [1].

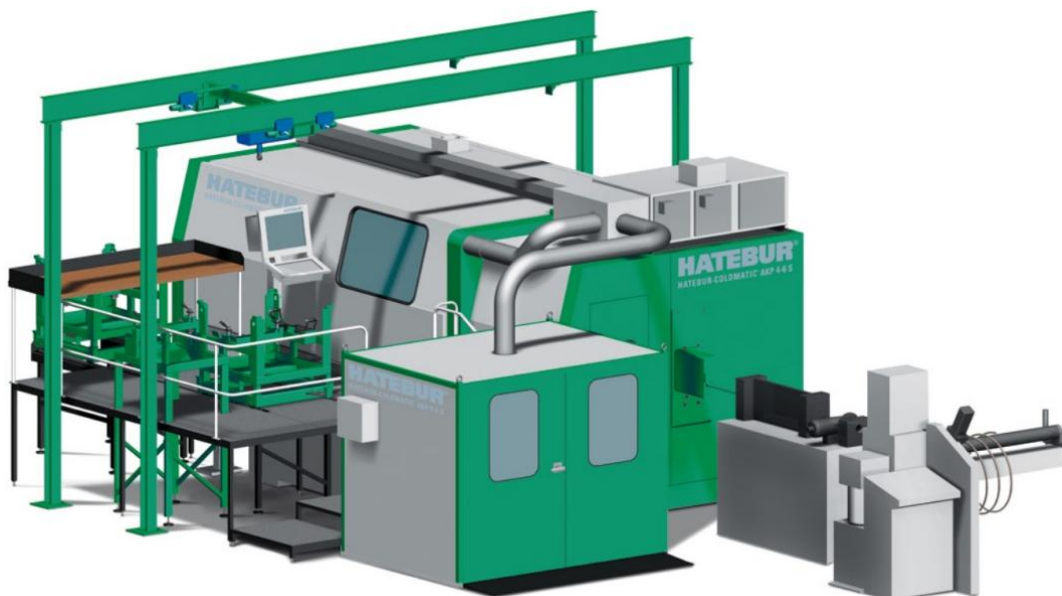


Слика 5.12 а) Уређај за додавање припремака код хоризонталне пресе; б) Уређај за контролу димензија припремака код хоризонталне пресе [1]

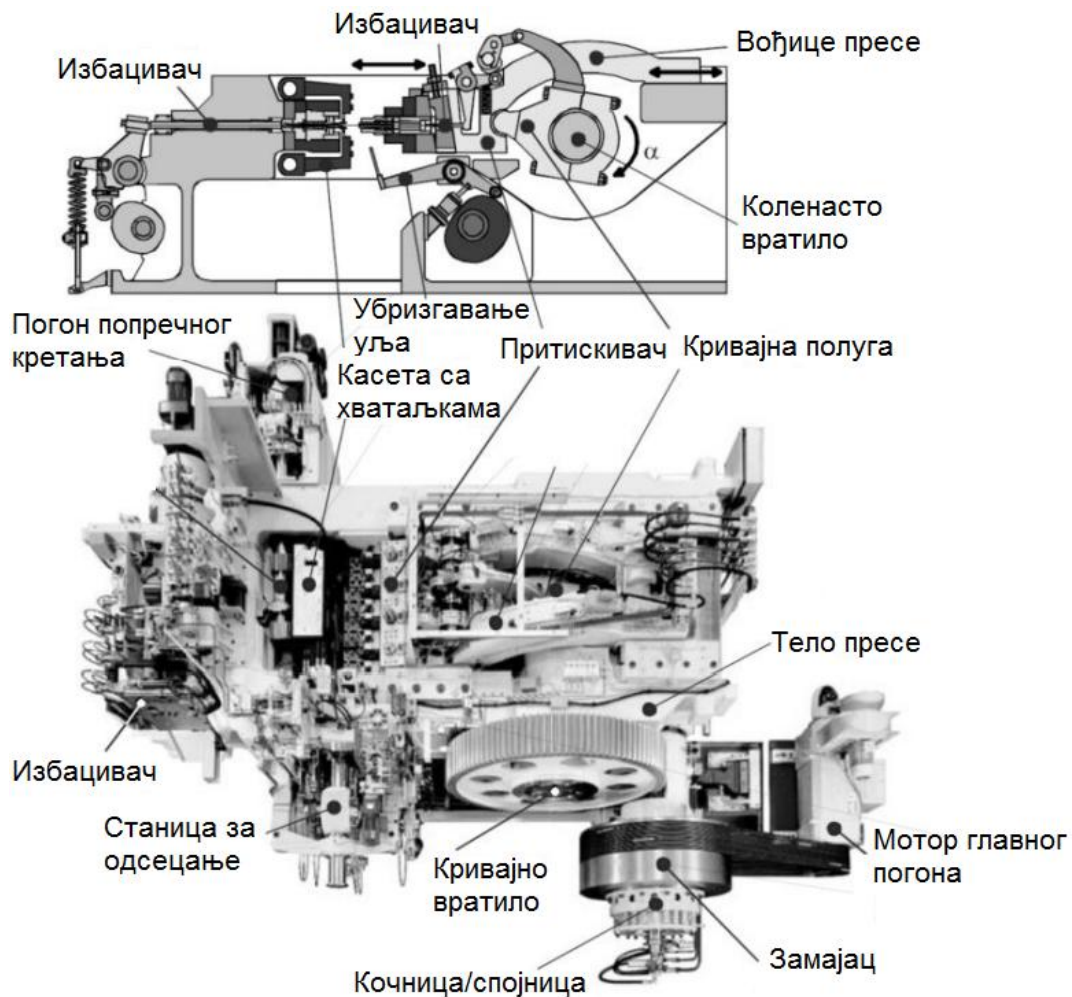
5.3. Хоризонталне вишепозиционе пресе

Сам процес обликовања на хоризонталним аутоматским вишепозиционим пресама се спроводи и у хладном и у топлом стању. Полазни материјал код ових преса представља жица или шипка која мора имати одговарајући пречник, што је у основи и њена предност, јер је жица већ припремљена у погледу димензија, структуре и подмазивања. Жица се мора исправити и одсећи на потребну дужину пре него што се деформише. То омогућава да материјал добије тачно захтевану запремину. Исправљање жице врши уређај за исправљање. Специјално профилисани нож, осим што врши одсецање комада, може извршавати још и аутоматски транспорт комада до прве радне станице. Специјални грајферни механизам извршава међуоперацијски транспорт радног комада, а тај механизам је синхронизован са кретањем притискивача. Подручје где се примењују ове пресе је производња делова сложене геометрије у више операција, као што су завртњеве, навртке, чауре, зупчаници, ... [1].

На слици 5.13 је дат приказ шестопозиционе аутоматске пресе за хладно обликовање, модела АКР 4-6 S произвођача компаније *Hatebur*, док је функционална шема машине је дата на слици 5.14:

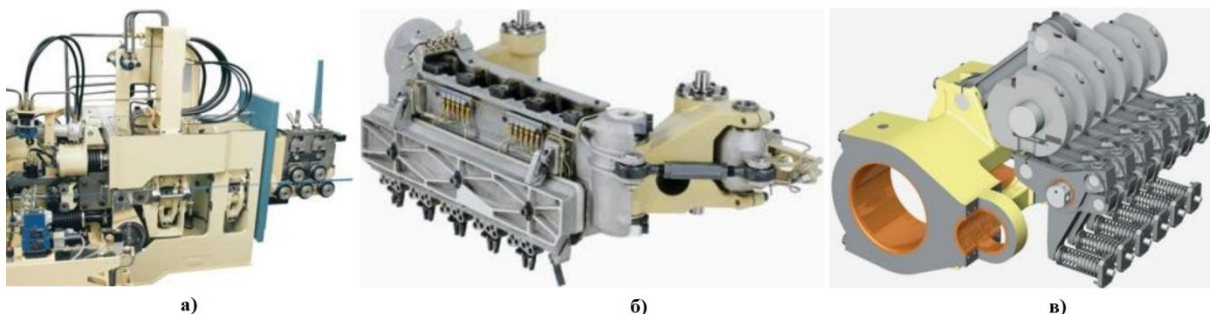


Слика 5.13 Изглед аутоматске пресе за хладно обликовање марке *Hatebur* модел АКР 4-6 S [1]



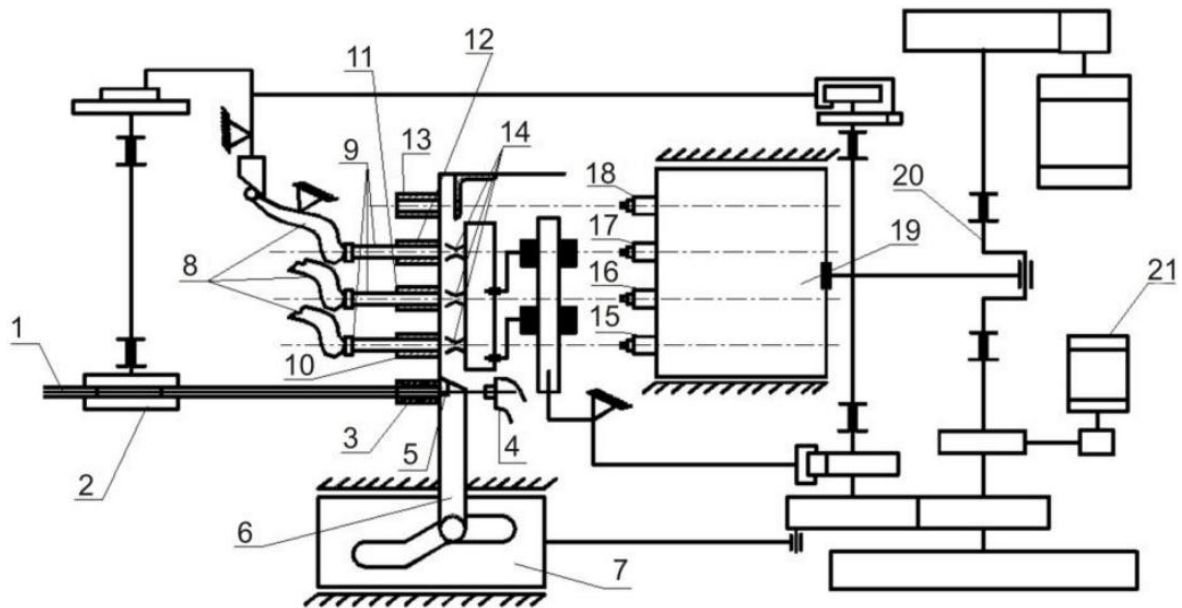
Слика 5.14 Функционална шема аутомата Hatebur [1]

Преса прима полазни материјал који је од жице пречника до 20 mm. Номинална сила је 23.000 kN. У додатну опрему спада специјални линеарни повлакач који је уређај за транспорт материјала (слика 5.15 под словом (а)). Транспорт обратка између две операције се врши помоћу грајферног механизма (слика 5.15 под словом (б)). Додатне вођице осигуравају да ова преса има прецизно вођење притискивача. Уграђени су избацивачи у матрицама и на страни притискивача, а покретање тих избацивача врше брегасте плоче (слика 5.15 под словом (в)) [1].



Слика 5.15 а) Уређај за додавање материјала марке Hatebur; б) Уређај за међуоперациони транспорт марке Hatebur; в) Погон избацивача у притискивачу пресе марке Hatebur [1]

На слици 5.16 је приказана кинематска шема четворопозиционе аутоматске пресе за запреминско обликовање у хладном стању. Прост кривајни механизам са продуженом вођицом на притискивачу представља погонски механизам код ове пресе:



Слика 5.16 Кинематска шема четворопозиционог аутомата: 1 - полазни материјал (жица), 2 - ваљци за померање материјала, 3 - матрица за одсецање припремка, 4 - граничник, 5 - нож за одсецање припремка, 6 - полуга, 7 - бочни притискивач (погон ножа за одсецање), 8 - погон избацивача, 9 - избацивач, 10, 11, 12, 13 - матрица, 14 - хватаљке обратка, 15, 16, 17, 18 - притискивач, 19 - притискивач пресе, 20 - кривајно вратило, 21 - електромотор [1]

Механизам са ваљцима (2) извршава померање жице (1) до граничника (4). Нож (5) са матрицом (3) врши одсецање припремка. Полуга (6) и бочни притискивач (7) покрећу тај нож који потом врши транспорт припремка до прве позиције (10). Притискивачи (15, 16, 17 и 18) и матрице (10, 11, 12 и 13) извршавају транспорт обратка између операција. Полуга (8) погони избацивач (9) који избацује обрадак из матрице. Кривајно вратило (20) врши покретање кривајне полуге, која покреће притискивач пресе (19). Положај кривајног вратила (20) врши синхронизацију свих фаза рада пресе [1].

5.4 Маказе за профиле

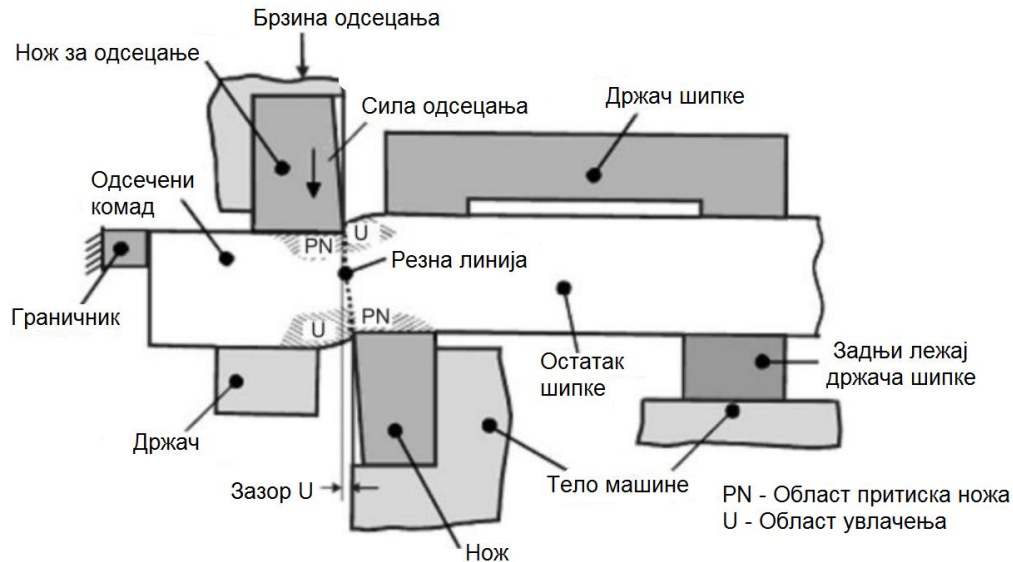
Машине високих перформанси се примењују за технологију смицања. Смицање се примењује код одсецања припремака који су од шипкастог материјала. Површине припремака које су одсечени овом технологијом не поседују најбољи квалитет, па је потребно припремак додатно калибрисати.

Аутоматске вишепозиционе пресе се користе за раздвајање технологијом смицања и у хладном и у топлом стању преко специјално обликованог ножа и матрице. Ова технологија се може применити за израду припремака за хладно истискивање и друге методе запреминског деформисања.

Тип производње врши одређивање који ће се тип машина за профиле применити. Ако се комади производе у великој серији, било у хладном или топлом стању, одсецање припремака врше специјалне маказе за профиле - ломилице. Ако је у питању малосеријска производња могу се користити комбиноване маказе [1].

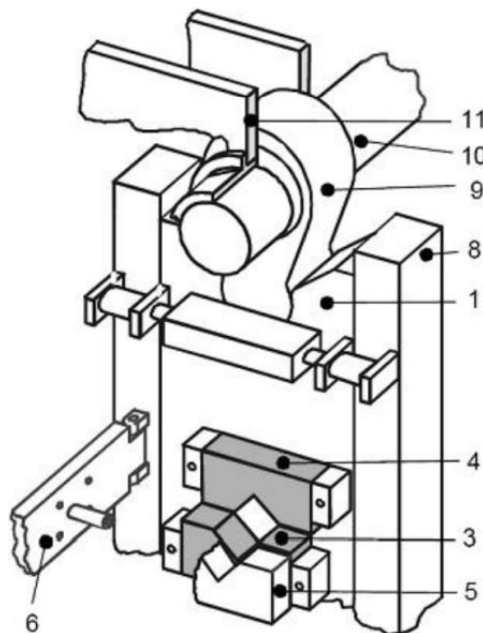
5.4.1. Маказе за ломљење профила

Маказе за ломљење (сечење) профила се могу звати једноставно ломилица. Раздвајање се врши без губитка материјала. Номинална сила које маказе поседују врши одређивање пречника који се може раздвајати [1]. На слици 5.17 је приказан принцип раздвајања ломљењем:



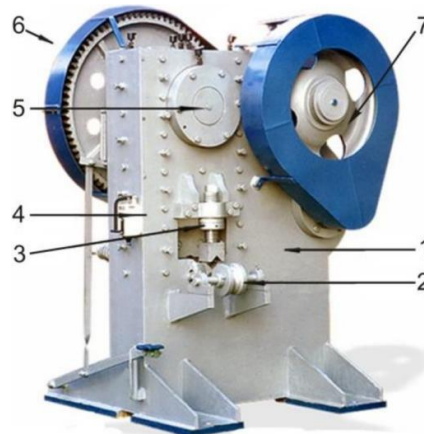
Слика 5.17 Принципијски раздвајања ломљењем [1]

На слици 5.18 је приказана шема маказа за одсецање профила (ломилица). Затворена структура чини да ове кривајне или ексцентарске пресе имају робуснију конструкцију што их чини веома снажним, па могу поседовати довољну силу и енергију која се тражи за одсецање. Понеке пресе за мале profile могу имати и отворену носећу структуру. Обично се уграђују у линије за израду припремака, јер тиме добијају и механизовани уређај који служи за померање шипкастог материјала, граничник и другу помоћну опрему [1].



Слика 5.18 Шема маказа за одсецање профила (ломилица): 1 - притискивач, 3 - доњи алат, 4 - горњи алат, 5 - држач комада, 6 - граничник, 8 - вођице притискивача, 9 - кривајна полука, 10 - ексцентарско вратило, 11 - траверза [1]

На слици 5.19 је приказана ломилица која може одсечати припремке из челичне шипке које могу бити пречника до 100 mm. Имају производност од 16 комада у минути. Снага електромотора је 25 kW [1].

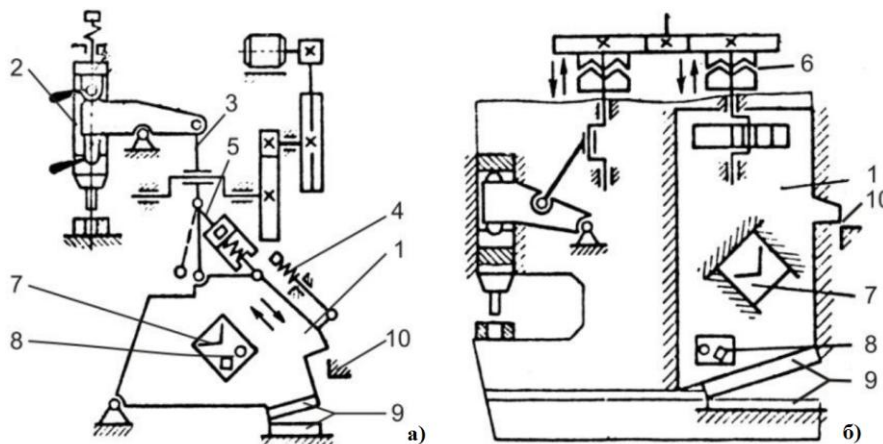


Слика 5.19 Маказе за сечење профила марке RATTAN модел RH-004: 1 - носећа структура, 2 - ваљак за транспорт профила, 3 - држач профила, 4 - пумпа за подмазивање, 5 - кривајно вратило, 6 - зупчаник, 7 - замајац [1]

5.4.2. Комбиноване маказе

Комбиноване маказе могу послужити за исецање шипкастог материјала различитих попречних пресека: кружног, квадратног и правоугаоног. Поред шипкастог материјала, на овим пресама се могу исецати и ваљани U-профили, I-профили, С-профили и Т-профили, али и лимови мање ширине. Поседују могућност пробијања отвора у лиму уколико се користе одређени комплети алата, али и могућности вршења операција засецања, усецања и сецкања лима.

Два притискивача (главни и помоћни) могу послужити за неколико операција уколико су им постављени одговарајући алати. Погон може бити механички и хидраулични. Нож за операцију сецкања, као и ножеви за одсецање профила се налазе на главном притискивачу. Помоћни притискивач може имати алате за пробијање отвора кружног или неког другог облика. Доњи део притискивача садржи прав нож, којим се врши сечење траке лима [1]. На слици 5.20 је приказана шема комбинованих маказа:

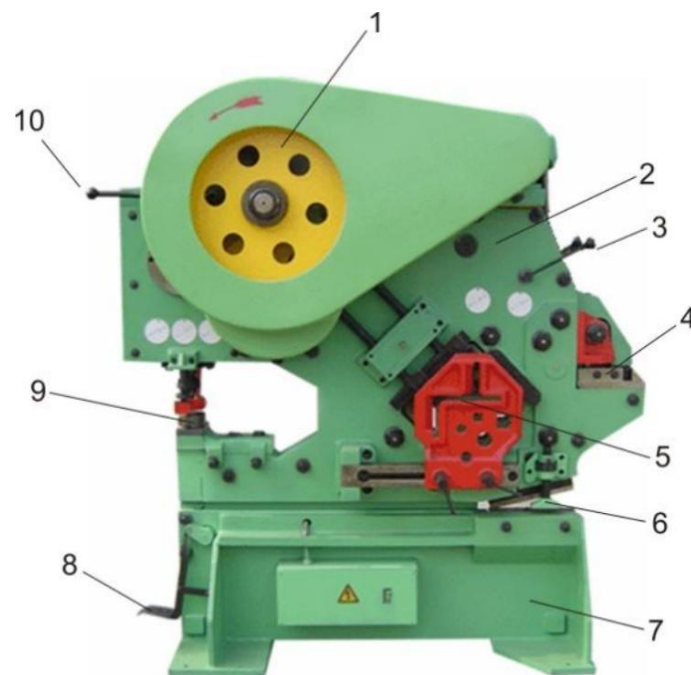


Слика 5.20 Кинематска шема комбинованих маказа: а) погон са једном кривајом б) погон са две криваје; 1 - главни притискивач, 2 - помоћни притискивач, 3 - двокрака полуга, 4 - опруга, 5 - затега, 6 - спојница, 7 - алат за сечење профила, 8 - алат за кружни и квадратни профил, 9 - прави ножеви, 10 - алат за сецкање [1]

Једна заједничка криваја или две криваје могу да обезбеђују погон главном и помоћном притискивачу комбинованих маказа. На слици 5.20 под словом (а), полука (3) преко кривајног вратила даје погон притискивачу (1). Операција пробијања се изводи притискивачем (2) кога погони полука (3) која је померена у страну (испрекидана позиција). Притискивач (1) се враћа у почетну позицију опругом (4). Уколико се деси да дође до блокаде погонског система јер су маказе остале заковане, онда се он може одблокирати затегом (5).

На слици 5.20 под словом (б) је приказана кинематска шема са две криваје. Основни притискивач (1) и допунски притискивач (2) поседују засебни кривајни погон за њихово покретање. Заједнички електромотор шаље погон или у једно или у друго кривајно вратило, док се покретање основног притискивача (1) или допунског притискивача (2) активира одговарајућом спојницом [1].

Комбиноване маказе које могу да послуже за исецање кружних шипкастих материјала пречника до 45 mm су приказане на слици 5.21:



Слика 5.21 Комбиноване маказе: 1 - замајац, 2 - тело маказа, 3 - командна ручица главног притискивача, 4 - алат за сецање, 5 - алат за сечење профила, 6 - маказе са правим ножевима, 7 - постоље, 8 - командна папуча, 9 - алат за пробијање, 10 - командна ручица помоћног притискивача [1]

Поред кружних шипки, могу се сећи и квадратни профили, Т-профил, U-профил и др. Поседују могућност сечења профила под правим углом, али и под неким другим углом. Да би се допринело што бољем квалитету резних површина код материјала, користе се посебни држачи који придржавају материјал за време одсецања, а положај тих држача се намешта пре почетка рада маказа [1].

6. Кривајне пресе за топло запреминско деформисање

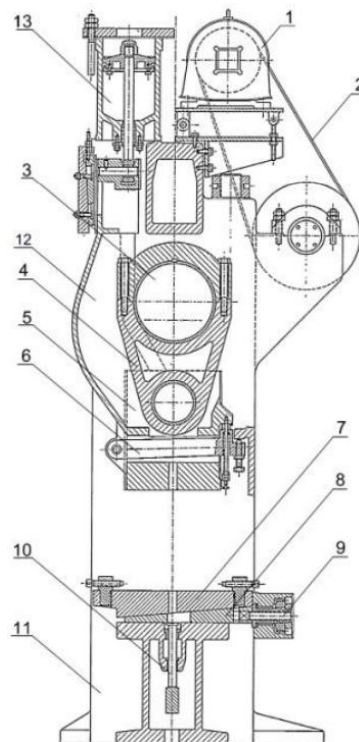
Израда сложених делова добрих особина се може вршити технологијом топлог запреминског деформисања, односно ковањем. Ковање може бити слободно и ковање у калупима који могу бити отворени и затворени. Топло запреминско деформисање на вишој температури омогућавају алатима лакше попуњавање и мањи деформациони отпор од хладног запреминског деформисања [1].

У кривајне пресе за топло запреминско деформисање спадају [1]:

- Вертикалне ковачке пресе (ВКП);
- Вертикалне вишепозиционе пресе;
- Хоризонталне ковачке пресе (ХКП);
- Хоризонталне аутоматске вишепозиционе пресе;
- Радијалне ковачке машине.

6.1. Вертикалне ковачке пресе

Поседују конструкцију која је робусна са крутошћу која се креће од 2,5 MN/mm до 15 MN/mm и могу се користити за израду откивака масе до 100 kg. Ковање се изводи у једној фази или неколико фаза, где се радни комад се ручно премешта. Могућа је појава ексцентричног оптерећења, који може имати негативан ефекат на вођење притискивача, а који се може умањити додатним вођењем притискивача. Производе се са номиналном силом до 100 MN [1]. На слици 6.1 је приказана вертикална ковачка преса, док је на слици 6.2 приказана ексцентарска преса:



Слика 6.1 Вертикална ковачка преса: 1 - мотор, 2 - каишни преносник, 3 - кривајно вратило, 4 - кривајна полука, 5 - притискивач, 6 - полука избацивача, 7 - сто, 8 - нагнута плоча, 9 - завојно вретено, 10 - избацивач у столу, 11 - тело пресе, 12 - додатна вођица притискивача, 13 - балансни цилиндар [1]



Слика 6.2 Ексцентарска преса за ковање марке Bliss - Bret [1]

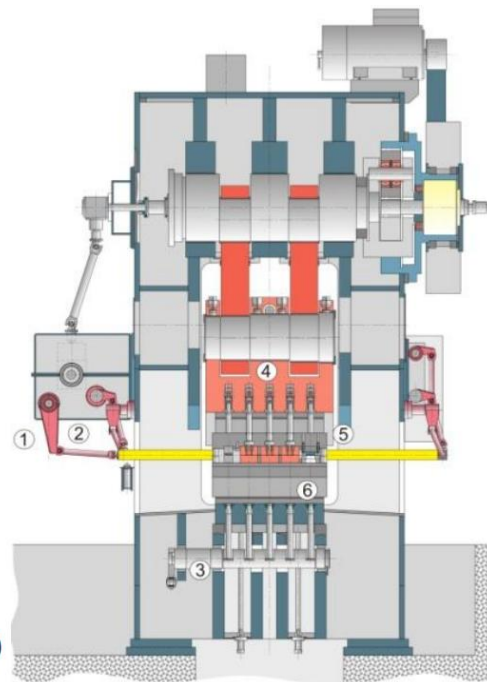
Преса која је приказана на слици 6.2 се користи за ковање у калупу. Поседују номиналну силу од 3,2 MN до 4,2 MN, и номиналну енергију од 40 кJ до 240 кJ. Поседује могућности за ковање у вишепозиционом алату, а такође има и нумеричко управљање. Може се подешавати висина радног стола у којем постоје избацивачи. Избацивачи се налазе и у притискивачу, а вођење истог се извршава са осам дугачких вођица код којих се може подешавати зазор [1].

6.2 Вертикалне вишепозиционе пресе

Да би се ковали откивци који имају сложену геометрију, исти се морају ковати у више операција [1]. На слици 6.3 је приказана вишепозициона вертикална преса:



а)



б)

Слика 6.3 Вишепозициона преса марке Müller Weingarten: а) општа диспозиција машине; б) функционална шема машине; 1 - транспортни уређај, 2 - додавач припремке, 3 - избацивач у столу пресе, 4 - избацивач у притискивачу пресе, 5 - држач алата са доњом и горњом плочом и уређајем за загревање алата, 6 - уређај за замену алата [1]

Вишепозициона вертикална преса која је приказана на слици 6.3 поседује номиналну силу од 5 MN до 80 MN. Може бити произведена као моноблок или заварена са преднапрегнутим стубовима што им даје велику крутост. Садржи кривајни погонски систем са ексцентарским вратилом. То вратило је улежиштено са 3 лежаја да би еластичне деформације биле мање. Спојница пресе је фриксиона и има активирање које је хидраулично. Притискивач поседује повећану висину и додатне вођице на продужетку. Додатне вођице служе да би се смањио утицај ексцентарских сила на тачност отковака. Избацивачи имају механички погон и смештени су у притискивачу и столу пресе (слика 6.3 под словом (б)). Поседују грајферни систем који омогућава међуоперацијски транспорт, где тај систем добија погон од кривајног вратила [1].

6.3. Пресе за опсецање

Операција опсецања се врши у отвореном калупу преко одговарајућег алата. Пресе које се користе за операцију опсецања могу бити једноструког дејства и са простим кривајним механизмом (углавном једнокривајни механизам). Производност, сила опсецања и димензије откивака имају највећи утицај на избор кривајне пресе која ће се користити за ову операцију. Углавном немају додатно вођење притискивача [1].

Откивак који се исковао на једној преси се може на тој истој преси и опсецати преко алата који је постављен поред алата за ковање [1]. На слици 6.4 је приказана једна таква преса:

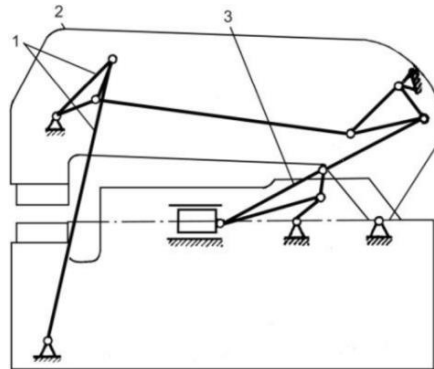


Слика 6.4 Ексцентарска преса за ковање и опсецање [1]

На слици 6.4 је приказана ексцентарска преса за ковање и опсецање откивака. Конструира се са номиналном силом од 500 kN до 2.000 kN. Поседује ход притискивача који се креће од 102 mm до 150 mm и може изводити од 50 до 70 ходова у минути [1].

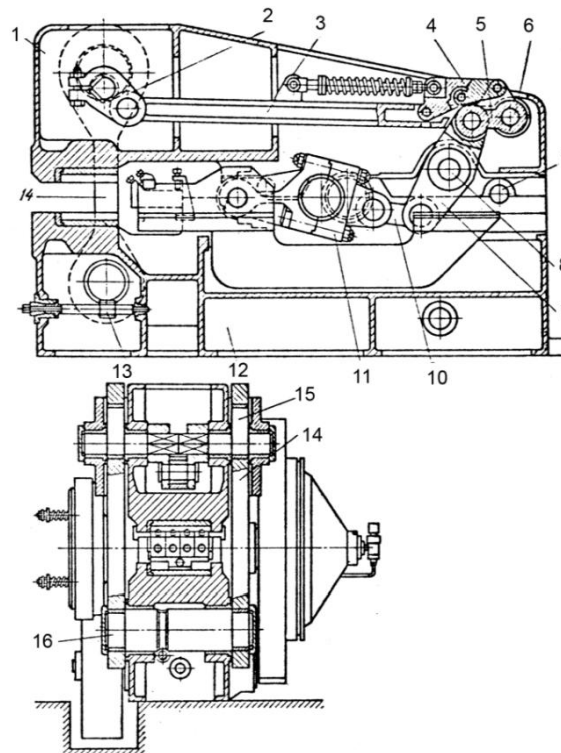
6.4. Хоризонталне ковачке машине

Користе се за производњу дугачких откивака. Код ХКМ постоји двострука подела калупа за ковање. Једна равна подела се налази између притискивача и калупа, док друга равна дели калуп на два дела. Подела може бити вертикална и хоризонтална, где је једна половина калупа непокретна, а друга половина калупа покретна. Могу поседовати и кривајно и ексцентарско вратило, а такође могу бити аутоматизоване и имати аутоматизовани транспорт обратка. Алат може бити и једнопозициони и вишепозициони [1]. На слици 6.5 је приказана упрошћена шема хоризонталне ковачке машине (ХКМ) која има хоризонталну поделу калупа:



Слика 6.5 Упрошћена шема ХКМ: 1 - полуге механизма за затварање, 2 - покретни део механизма, 3 - кривајна полука притискивача [1]

Полуге (1) и кривајна полука притискивача (3) покрећу горњи покретни део носеће структуре (2) помоћу којег се затвара калуп [1]. На слици 6.6 је дата детаљнија конструкција хоризонталне ковачке машине (ХКМ):



Слика 6.6 Конструкција ХКМ: 1 - покретни део механизма, 2, 3, 4, 5 - полуге, 6 - осовина, 7 - шарнир, 8 - осовина, 9 - двокрака полука, 10 - полука, 11 - кривајна полука притискивача, 12 - доњи део тела пресе, 13 - пужни преносник, 14 - кривајне полуге, 15, 16 - ексцентарско вратило [1]

Горњи покретан део пресе (1) и доњи непокретни део пресе (12) чини механизам за затварање. На доњем непокретном делу се налази једна половина калупа и осовина (7) која спаја оба дела пресе. Двокрака полука (9), која се окреће око осовине (8), преко полуге (10) и полуге притискивача (11) даје погон механизму за затварање. То кретање се даље преноси на полуку (3) и полуку (2) на којој се налази ексцентарско вратило (15) које покреће кривајне полуге (14). Затварање калупа се обезбеђује када се притискивач креће напред преко полужног система, а затварање калупа при повратном кретању притискивача. Пужни механизам (13) окреће ексцентарско вратило (16) и тиме подешава силу затварања [1].

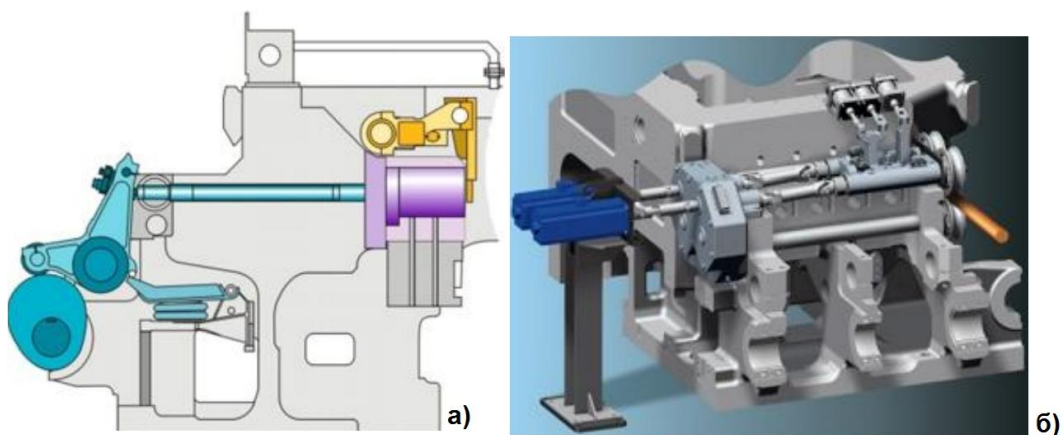
6.5. Хоризонталне аутоматске вишепозиционе пресе

Поседују структуру која је слична аутоматској преси за хладно обликовање, само што ове пресе имају додатни уређај који врши загревање полазног материјала и уређај који врши хлађење алата и грајферног механизма [1]. На слици 6.7 је дата аутоматска четворопозициона преса преса за топло запреминско деформисање:



Слика 6.7 Аутоматска четворопозициона преса преса за топло запреминско деформисање, марке Hatebur, модел Hotmatic HM 75 XL [1]

Поседује номиналну силу од 20 MN и има број ходова од 50 до 80 у минути, док је највећи пречник откивка који се може израђивати на овој машини 180 mm. Садржи уређај за додавање материјала (слика 6.8 под словом (б)) и такође поседује индикатор који мери загревање шипкастог материјала. Целом машином и свим додатним уређајима се управља преко нумеричког система. Избацивање комада из матрице врше избацивачи који су приказани (слика 6.8 под словом а). Избацивачима се може намештати време избацивања. Заустављају се подесивом пнеуматском кочницом при повратку у почетну позицију [1].

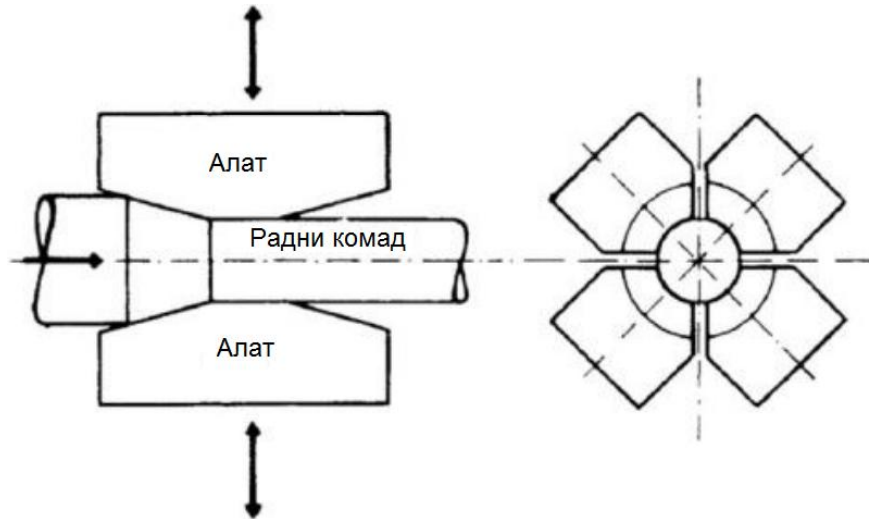


Слика 6.8 а) Погон избацивача; б) Уређај за додавање материјала [1]

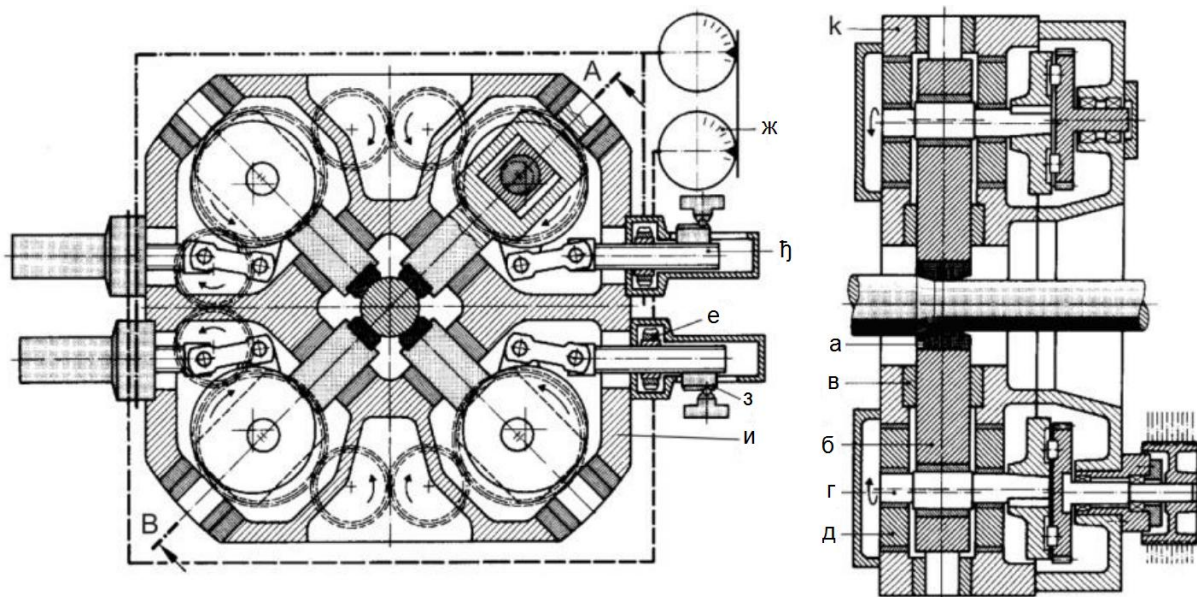
6.6. Машине за радијално ковање

Делови који су аксијално-симетрични се израђују на овим машинама, док су припремци који се израђују овом технологијом у облику цеви или пуног шипкастог материјала.

Радијално кретање алата и аксијално померање припремка доводи до обликовања попречног пресека откивка, што је приказано на слици 6.9, док је на слици 6.10 дата шема радијалне ковачке машине са четири алата [1]:



Слика 6.9 Принципијски радијалног ковања [1]



Слика 6.10 Шема радијалне ковачке машине са четири алата: а) - алат за ковање, б) - кривајна полука, в) - вођица, г) - ексцентриско вратило, д) - кућиште, е) - пужни преносник, ж) - скала, з) - брег, и) - кућиште машине [1]

Машина поседује ексцентриски погонски механизам, где зупчasti парови остварују централизован погон свих алата. Померањем кућишта (д) помоћу завојног вретена (ђ), тј. пужа (е), може се подешавати почетни положај кривајног механизма и алата. Номинална сила се може бити до 11.000 kN, док се број ходова алата може кретати и до 260 у минути [1].

7. Закључак

Кривајне пресе имају веома широку и разнородну примену у металопрерађивачкој индустрији и на њима се изводе различите технолошке операције. У овом завршном раду су детаљно описане кривајне пресе, њихова конструкција и функционисање, па се може закључити које пресе су погодне и најпродуктивније приликом експлоатације за израду одређених предмета или делова неког склопа. Користе се за разне операције обраде лима (пробијање и просецање, одсецање, савијање, дубоко извлачење, рељефно обликовање, развлачење), као и за хладно и топло запреминско деформисање.

У раду су наведене поделе кривајних преса, њихове предности и мане, као и начини функционисања сваке од њих. Као закључак произилази да одређене пресе имају већу, а понеке мању тачност при раду, све у зависности који квалитет израде се захтева и за које време треба да се уради серија делова, па то одлучује која ће се машина изабрати.

Литература

- [1] Драгиша Вилотић, Мирослав Планчак, *Машине за обраду деформисањем - Кривајне пресе (Crank presses)*, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2010. год.
- [2] Владо Вујовић, *Технологија пластичности у машинству*, Нови Сад, 1990. год.
- [3] Koplas; Интернет страница: <http://www.koplas.co.rs/2016/03/alati-za-apkant-prese/> , приступљено 18.07.2018. год.
- [4] Србислав Александровић, Милентије Стефановић, *Технологија пластичног обликовања метала*, Крагујевац, 2010. год.
- [5] Schulergroup; Интернет страница:
https://www.schulergroup.com/major/download_center/broschueren_forging/download_forging/forging_broschuere_exzenterpressen_e.pdf , приступљено 21.08.2018. год.
- [6] Schulergroup; Интернет страница:
https://www.schulergroup.com/major/download_center/broschueren_forging/download_forging/forging_broschuere_mehrstufenpressen_kniehebelantrieb_e.pdf , приступљено 21.08.2018. год.