

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Машински елементи

Број индекса: 69/2005

Владан Љ. Савић

**Пројектовање центрифуге за
екстракцију меда
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Зорица Ђорђевић, ред. проф. - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да прикаже историјски развој центрифуге за екстракцију меда, да опише принцип рада, карактеристике и поделе, да анализира нека конструкциона решења и прикаже поступак пројектовања 3D модела центрифуге.

Препоручена литература:

- [1] Антонић М., Како је настала центрифуга, часопис „Пчелар“, бр. 9, 1998. год.
- [2] Плавша Н., Недић Н., *Практикум из пчеларства*, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, 2015. год.
- [3] Sham T., Vivek S., *CATIA V5R18 za mašinske inženjere*, Микро књига, 2009. год.
- [4] Николић В., Машински елементи, теорија прорачун, примери, Машински факултет у Крагујевцу, Универзитет у Крагујевцу, 2004. год.

Крагујевац, Новембар 2020.

Ментор:

Др Зорица Ђорђевић, ред. проф.

Summary

The aim of this paper is a detailed description of the construction of centrifuge for honey extraction. This paper reviews and analyzes the construction solutions of the same.

At the beginning this paper will say about a brief overview of the historical development of centrifuge and beekeeping from the early beginnings until today. The most important scientists, beekeepers and all others who are responsible for the development of the centrifuge for honey extraction are mentioned in this paper.

Then, in the next part, the principle of operation of the machine, its characteristics and divisions are presented and explained. The division was performed according to the method of placing the frame in the centrifuge and according to the type of drive (transmission).

The analysis of the existing solutions of the centrifuge for honey extraction shows how the machine works, what materials its parts are made of and what the most important parameters of the same are. In the last part of the paper, the procedure of making a 3D model of almost all parts of a centrifuge using CATIA (V5R20) is presented.

Key words: beekeeping, honey, centrifuge, construction.

Резиме

Циљ рада је детаљан опис конструкције центрифуге за екстракцију меда. Овим радом извршени су преглед и анализа конструкционих решења исте.

У првом делу рада направљен је кратак осврт на историјски развој центрифуге и пчеларења од раних почетака па све до данас. Поменути су најзначајнији научници, пчелари као и сви остали који су заслужни за развој центрифуге за екстракцију меда.

Затим је у наредном делу приказан и објашњен принцип рада машине, њене карактеристике као и поделе. Подела је извршена према начину постављања рама у центрифугу и према врсти погона.

Анализом постојећих конструкционих решења центрифуге за екстракцију меда показано је како машина функционише, од којих материјала су њени делови израђени као и који су најбитнији параметри истих. У последњем делу рада приказан је поступак израде 3D модела готово свих делова центрифуге коришћењем програмског пакета CATIA (V5R20).

Кључне речи: пчеларство, мед, центрифуга, конструкција.

Садржај:

1.	УВОД.....	1
2.	ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ ЦЕНТРИФУГА ЗА ЕКСТРАКЦИЈУ МЕДА.....	3
2.1	Рани почеци пчеларења.....	4
2.2	Типови кошница са покретним саћем.....	4
2.3	Лангстрот-Рутов тип кошнице.....	5
2.4	Дадан-Блатов тип кошнице.....	6
2.5	Алберт-Жнидершичев тип кошнице.....	6
2.6	Рамови.....	7
2.7	Развој центрифуга за мед.....	9
3.	ТИПОВИ ЦЕНТРИФУГА ЗА ЕКСТРАКЦИЈУ МЕДА И ЊИХОВА ПРИМЕНА.....	11
3.1	Тангенцијални тип центрифуге за екстракцију меда.....	11
3.2	Радијални тип центрифуге за екстракцију меда.....	12
3.3	Касетни тангенцијални тип центрифуге за екстракцију меда.....	13
3.4	Комбиноване радијално-тангенцијалне центрифуге.....	14
3.5	Центрифуга без средње осовине.....	15
3.6	Касетна центрифуга без средње осовине.....	15
3.7	Центрифуга са хоризонталном осом окретања.....	16
4.	ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОТОТИПА ЦЕНТРИФУГЕ УЗ ПОМОЋ ПРОГРАМСКОГ ПАКЕТА САТИА V5R20.....	18
	Закључак.....	31
	Литература.....	32

1. УВОД

Пчеларство је врста пољопривредног занимања које подразумева гајење и искоришћавање медоносне пчеле (Слика 1.1) у кошницама, за добијање директних или индиректних користи.

Директне користи од бављења пчеларством пчелар добија у следећим производима: мед, пчелињи восак, пчелињи отров (убод), матични млеч, цветни прах (полен), прополис. Поред тога добија ројеве и матице за репродукцију у пчеларству.

Индиректна корист коју даје пчеларство опрашивањем пољопривредног биља, знатно је већа од директне, за око 100 до 150 пута, јер у природи око 80% биљака су ентомофилне (биљке које опрашују инсекти) [1].



Слика 1.1 Пчела на цвету [2]

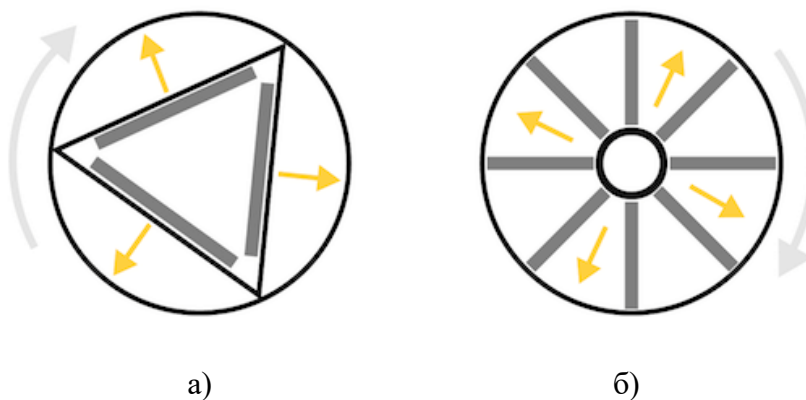
Један од уређаја неопходних за бављење пчеларством је центрифуга за екстракцију меда (Слика 1.2), која је тема овог рада. Самом појавом кошница са покретним сањем постало је могуће узети мед и сачувати пчелиње друштво и тако је кренула једна нова епоха у пчеларству.



Слика 1.2 Центрифуга за екстракцију меда [1]

Центрифуге, према положају рама са саћем у њима, деле се на:

- Тангенцијалне,
- Радијалне.



Слика 1.3 Типови центрифуга за екстракцију меда: а) тангенцијални тип, б) радијални тип [1]

Код тангенцијалних центрифуга једна страна рама је окренута нормално на полупречник центрифуге, тако да се мед извлачи прво са једне, а затим са друге стране са заустављањем између промена страна. Код радијалних центрифуга, услед саме природне геометрије саћа, могуће је издвојити мед у само једном циклусу јер се мед центрифугално избацује са обе стране рама у исто време (Слика 1.3).

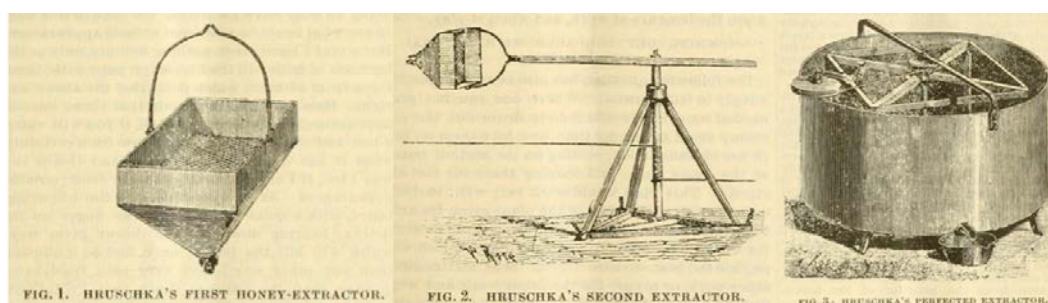
2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ ЦЕНТРИФУГА ЗА ЕКСТРАКЦИЈУ МЕДА

Центрифуге за екстракцију меда (врцаљке) су од свог настанка доживеле разне модификације, али су њихова примарна намена и начин рада остали исти. Оне су прекретница између сакупљања меда и пчеларења. Идејни творац центрифуге за екстракцију меда је Франц Хрушка (Franz Hruschka), бивши официр Аустријске војске који је у време свог проналаска био пчелар у Италији (Слика 2.1) [3].



Слика 2.1 Франц Хрушка (Franz Hruschka) (1819. – 1888.) [3]

Франц Хрушка је у неколико наврата покушавао да модификује свој изум (Слика 2.2) што му је на послетку и пошло за руком тако је данас у наслеђе нових генерација пчелара остао један јако користан уређај, склон даљим модификацијама.



Слика 2.2 Израда центрифугалног екстрактора 1865.године од стране Франца Хрушке (с лева на десно: прва идеја, незнатна модификација прве идеје и финална, знатно усавршена центрифуга) [3]

2.1. Рани почеци пчеларења

Пчеларство је једно од најранијих занимања људи. Предак данашњег човека није узгајао пчеле, већ их је тражио у шупљинама дрвећа и стена (Слика 2.3). Пчеле је уништавао, а одузимао им мед и восак.



Слика 2.3 Сакупљање меда, (цртеж стар 6000 година пронађен у пећини поред Валенције у Шпанији) [4]

Најранији историјски трагови људи који сакупљају мед пчела датирају из периода од пре више од 10000 година. Чување пчела у глиненим кошницама почиње пре око 9000 година у северној Африци. Сами почеци пчеларења приказивани су на Египатским цртежима пре око 4500 година. Све што се од пчеларског прибора тада користило биле су просте кошнице од глине и неки извор дима, а мед је чуван у чинијама од глине.

Тек у 18. веку је у Европи почело темељно проучавање биологије пчела које је омогућило изградњу кошнице са покретним саћем чијом се даљом употребом приликом „одузимања“ меда више није уништавала цела пчелиња заједница (друштво).

2.2. Типови кошница са покретним саћем

Са развојем пчеларства у свету и појаве кошница са покретним саћем долази до повећања броја пчелињих друштава на глобалном нивоу и све веће потребе да сав тај мед буде „одузет“ без уништавања роја или разарања саћа. Претходницама модерних кошница са покретним оквирима, које се данас углавном користе, сматрају се традиционалне кошнице са кровом од сламе из Грчке, познате под називом „грчки кошари“. Најстарије сведочење о њиховој употреби датира из 1669. године, иако је вероватно да њихово постојање досеже до више од 3000 година [4].

У 19. веку ова револуција у пчеларској пракси довршена је са покретним рамовима Американца Лоренца Лореина Лангстрота. Лангстрот је прва особа која је практично искористила раније откриће да постоји одређено просторно растојање између саћа

(касније названо пчелињи простор), које пчеле не блокирају воском, већ одржавају слободан пролаз.

Питање типа, система или врсте кошнице којом треба пчеларити је старо колико и савремене кошнице са покретним саћем. Не постоји најбољи тип кошнице, постоји тип кошнице који пчелару мање или више одговара.

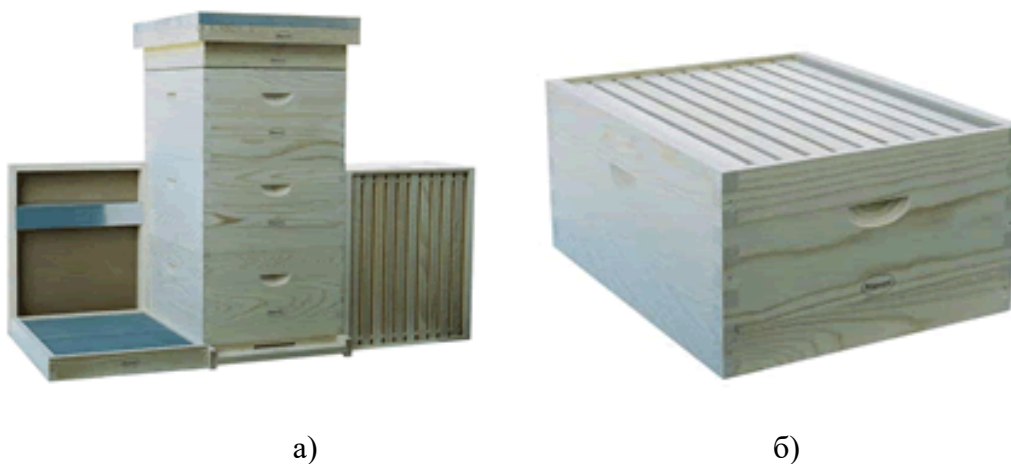
Најзаступљенији типови кошница су:

- | | |
|--------------------|----|
| • Лангстрот-Рут | ЛР |
| • Дадан-Блат | ДБ |
| • Алберт-Жнидершич | АЖ |

За коју ће се врсту кошнице пчелар одлучити, одлука је самог пчелара, коју доноси на основу главних особина наведених типова кошница.

2.3. Лангстрот-Рутов тип кошнице

Лангстрот-Рутов тип кошнице (Слика 2.4) има највеће могућности у виду производње меда и вештачких ројева. То је кошница која од пчелара тражи највише знања и енергије [4].



Слика 2.4 Лангстрот-Рутов тип кошнице: а) комплет ЛР кошнице, б) наставак са рамовима ЛР типа кошнице [4]

2.4. Дадан-Блатов тип кошнице

Дадан-Блатова кошница (Слика 2.5) је сигурно најзаступљенији тип кошнице у нашој земљи. То је кошница великих могућности, мада у приносу меда нешто заостаје за претходним типом. Међутим, пчелари аматери радо пчеларе са њом јер је то кошница са пространим плодиштем па трпи одређене грешке и неблаговремене радње у стимулацији развоја легла [4].



Слика 2.5 Дадан-Блатов тип кошнице: а) комплет ДБ кошнице, б) рамови ДБ кошнице; наставка (већи) и полунаставка (мањи) [4]

2.5. Алберт-Жнидершичев тип кошнице

Алберт-Жнидершичев тип кошнице (Слика 2.6) је популаран у Словенији. То је тип кошнице код кога се рам вади у хоризонталном смеру као књиге из ормара. Овај тип кошнице погодан је за павиљонски начин пчеларења. Ограниченост простора и тежи рад рамовима су њени изразити недостаци [4].



Слика 2.6 Комплет Алберт-Жнидершичевог типа кошнице [4]

Како је пчеларење постало врло уносан посао, а жеља пчелара да га учини још уноснијим све већа, у пчеларство се укључила и АЖ кошница погодна за смештај у павиљон одвојив или неодвојив од камиона за транспорт (Слика 2.7). Тако су пчелари добили могућност да у току године селе пчелињаке на више различитих места и тако повећају принос меда.



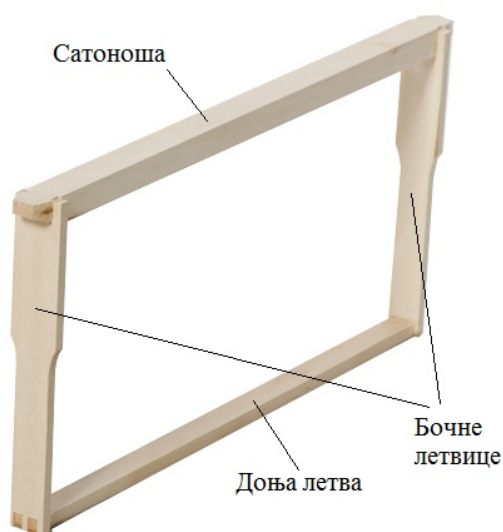
а)

б)

Слика 2.7 Алберт-Жнидершичев тип кошнице: а) пчелар у раду са кошницама, б) павиљон за селидбу пчелињака [4]

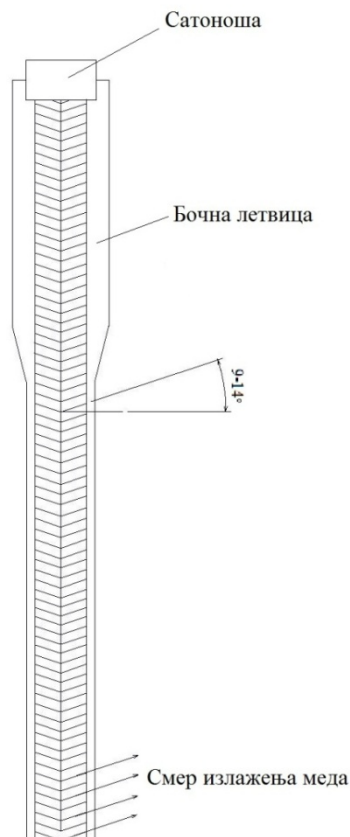
2.6. Рамови

Да би се започео процес пројектовања прототипа центрифуге за екстракцију меда потребно је упознати се са рамовима које ће иста носити. Основни делови рама су сатоноша, бочне летвице и доња летва (Слика 2.8). Сатоноша на себи има урезан жлеб у који треба да улегне сатна основа [4].



Слика 2.8 Основни делови рама [1]

Изглед попречног пресека, где се може видети угао који ћелије саћа заклапају са хоризонталом, приказан је сликом 2.9.



Слика 2.9 Поглед на рам са пресеком структуре саћа [1]

Подела рамова је извршена по типу кошнице из које долази рам:

- | | |
|--------------------|----|
| • Лангстрот-Рут | ЛР |
| • Дадан-Блат | ДБ |
| • Алберт-Жнидершич | АЖ |

Структура и димензије сваке од ових кошница није иста па се пре конструисања касете и уопште центрифуге морају знати димензије рамова сваког типа кошнице, како би се конструисала касета која ће моћи да прими сваки од рамова.

• ЛР рамови

ЛР рамови су добили назив по Лангстрот-Рут кошници. У овој кошници се налазе једнаки рамови у плодишту и медишту.

Димензије рама за ЛР кошнице су: сатоноша (480x27x20mm), бочна страна (232x36x9mm) и доња летва (450x10x8mm). Унутрашња димензија рама је 432x212mm.

- **ДБ рамови**

ДБ рамови су добили назив по Дадан-Блат кошници. Ови рамови су код нас најзаступљенији. Код ДБ кошница нису исти рамови у плодишту и медишту.

- **Рам плодишни**

Димензије плодишног рама за ДБ кошнице су: сатоноша (470x27x20mm), бочна страна (300x27x9mm) и доња летва (438x10x8mm).

- **Рам полумедишни**

Димензије полумедишног рама за ДБ кошнице су: сатоноша (470x27x20mm), бочна страна (145x27x9mm) и доња летва (438x10x8mm).

- **АЖ рамови**

АЖ рамови су добили назив по Алберт-Жнидершич кошници. АЖ оквир има унутрашње димензије 390x230 mm.

Како се из приложеног види највеће димензије рама има ДБ тип кошнице па ће се, према димензијама тог рама, развити касетна центрифуга за екстракцију меда. Касета би требало да прими један плодишни рам или два полумедишна рама како би практична примена центрифуге била остварена.

2.7. Развој центрифуга за мед

Прве центрифуге биле су гломазне и не баш нарочито ефикасне па је њихово стално усавршавање било мотив многим конструкторима и пчеларима тог периода. У трку за савршеном центрифугом улазе Л. Л. Лангстрот, М. М. Квимби са својим верзијама центрифуге. Године 1868. А. И. Рут конструише центрифугу са зупчастим точковима и успева да за један сат издвоји чак 17 килограма меда, што је у то време била рекордна количина [5].

Недуго затим енглески пчелар Томас В. Кован даје свој допринос у виду двооквирне центрифуге са кутијама у којима се вршило аутоматско окретање рамова. Након тога се и пчелари из Немачке занимају око усавршавања центрифуге са самоокретањем рамова и додају јој кочницу коју до тада ниједно идејно решење није имало. Једна од ствари које су усавршене је и погон. Било је тешко и неефикасно покретати ручно центрифугу (Слика 2.10) те се као погон почео користити мотор.

У време Првог светског рата настају дванаестооквирне центрифуге код којих се мед избацује са обе стране у исто време за око 15 до 20 минута. Примећено је да мед не излази у пуној количини из разлога што удаљеност од средине центрифуге није једнака, па је и центрифугална сила у одређеним деловима рама различита.

Тако су настала идејна решења већих габарита јер се тежило повећању тог растојања. Конструисана је четрдесетпетооквирна центрифуга (Simplicity).



Слика 2.10 Ручна центрифуга [5]

Од појаве центрифуга на тржиште меда се поред муљаног и цеђеног појавио и знатно чистији исресани (врсани) мед. Данас на тржишту постоји безброј идејних решења центрифуга за мед; постоје центрифуге са ручним погоном, са електро погоном, комбинованим погоном; са малим и великим бројем рамова које могу да обраде у једном циклусу. Постоје чак и читаве аутоматске линије за екстракцију меда (Слика 2.11).



Слика 2.11 Аутоматска линија за екстракцију меда [5]

3. ТИПОВИ ЦЕНТРИФУГА ЗА ЕКСТРАКЦИЈУ МЕДА И ЊИХОВА ПРИМЕНА

Као што је већ речено подела центрифуга за екстракцију меда може бити извршена на основу положаја рама у центрифуги, и тако се деле на:

- **Тангенцијалне,**
- **Радијалне.**

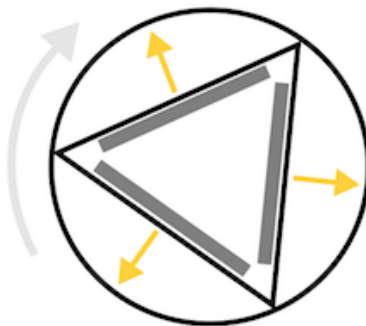
Оба типа имају своје предности и своје мане као и своју примену, односно, неке су за пчеларе са мањим и средњим бројем, а неке за пчеларе са великим бројем пчелињих друштава [5].

Даља подела може бити извршена и по принципу саме конструкције центрифуге, па се тако деле на:

- **Касетне (тангенцијалне),**
- **Комбиноване (радијалне и тангенцијалне),**
- **Без средње осовине (могуће окретање рамова унутар саме центрифуге),**
- **Касетна без средње осовине,**
- **Са хоризонталном осом окретања.**

3.1. Тангенцијални тип центрифуге за екстракцију меда

Тангенцијални тип центрифуге (Слика 3.1) најчешће се среће код нас, погодан је за пчеларе са малим и средњим бројем кошница. Тангенцијална центрифуга (Слика 3.2) добро истреса мед из саћа јер је растојање рама од средишта довољно код верзија са три и више рама [5].



Слика 3.1 Принцип рада и смер силе код тангенцијалне центрифуге [1]

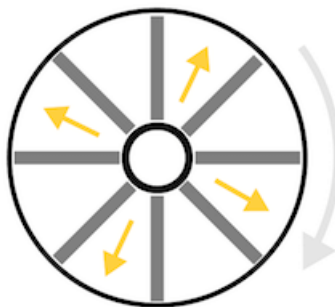
Постоје и верзије са два рама, али оне имају проблем малог растојања од центра, те малом центрифугалном силом по средини рама, и тако са њима не буде исцеђен рам у потпуности. Мањих је габарита и мање масе тако да се може врло лако пребацивати с једног места на друго, а како се израђује и на ручни погон може се користити и на самом пчелињаку или у његовој близини.



Слика 3.2 Пример тангенцијалне центрифуге [6]

3.2. Радијални тип центрифуге за екстракцију меда

Овај тип центрифуге је погодан за пчеларе са средњим и великом бројем кошница. Радијална центрифуга (слика 3.3) користи се и у индустријској сепарацији меда (део је линије за екстракцију меда). Добро истреса мед из саћа, али је растојање рама од средишта неједнако те мора да ради са већим бројем обртаја не би ли се на тај начин повећала центрифугална сила. Центрифугална сила је већа у зони удаљеној од средишта центрифуге (Слика 3.4) , а ипак довољна за истресање меда и у зони у близини центра окретања [5].



Слика 3.3 Принцип рада и смер силе код радијалне центрифуге [1]

Може да обради велики број рамова у једном циклусу што јој је највећа предност над тангенцијалном центрифугом. Погоднија је код нижих рамова полунаставака због мање разлике у интензитету центрифугалне силе. Мана јој је што код новијих рамова може да изазове пукотине у саћу [5].



Слика 3.4 Пример радијалне центрифуге [6]

3.3. Касетни тангенцијални тип центрифуге за екстракцију меда

Предност ове модификације је у томе што за разлику од класичне тангенцијалне центрифуге уместо решетке са носачем има касете или кавезе у које се смештају рамови, а који се аутоматски okreћу када се промени смер обртања центрифуге (Слика 3.5). Касете могу бити за један рам или дупле. Ако је у питању касета за два рама између њих иде лим који их раздваја иначе би се мед пресицао из једног рама у други [5].

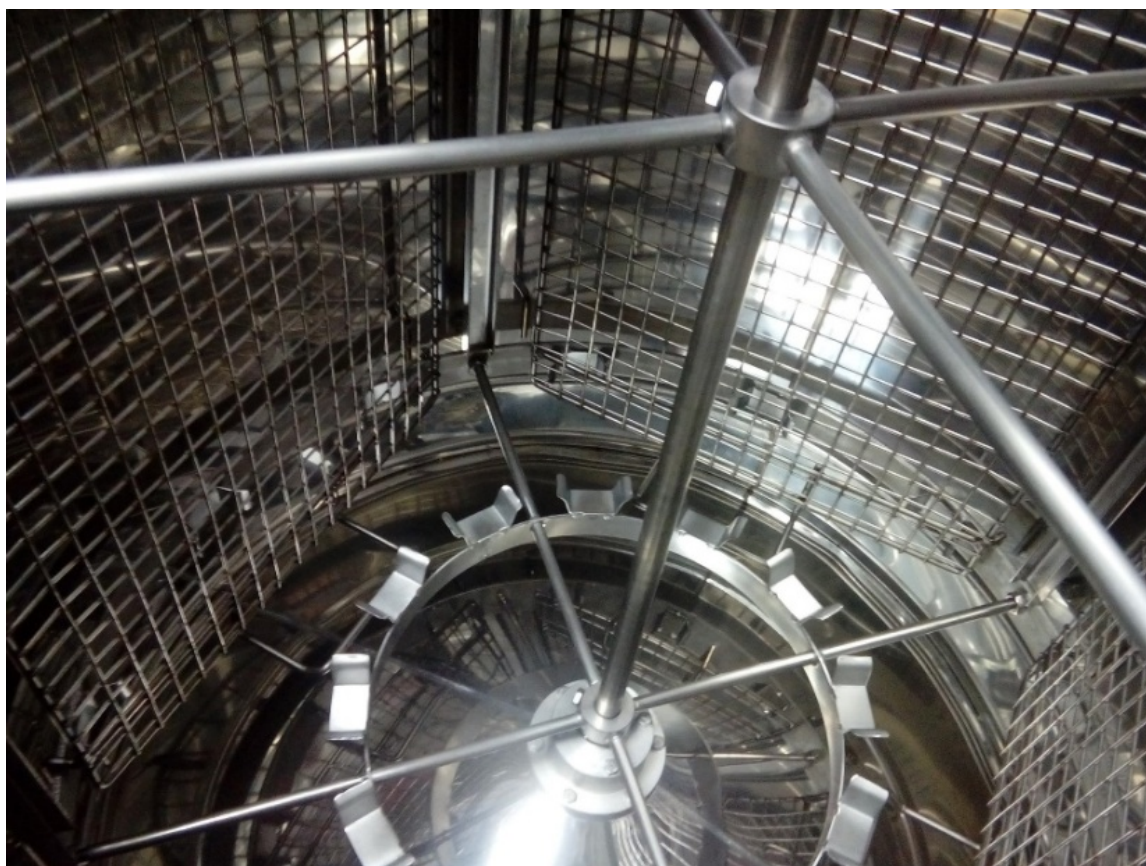


Слика 3.5 Пример касетне тангенцијалне центрифуге [7]

Мана овог типа центрифуге је повећана маса, више делова у склопу (механизам аутоматског система окретања касета) и цена.

3.4. Комбиноване радијално-тангенцијалне центрифуге

Ово конструкцијско решење (Слика 3.6) обједињује најбоље од оба типа центрифуга (радијална, аксијална). Уколико је потребно врцати мед из мање количине рамова или из рамова наставка кошнице може се користити предност тангенцијалне центрифуге, или уколико је потребно врцати већу количину полунаставних рамова користи се предност радијалног типа. Све што је потребно урадити је извући демонтажне решетке и тангенцијална центрифуга постаје радијална [5].



Слика 3.6 Пример комбиноване центрифуге [7]

3.5. Центрифуга без средње осовине

Центрифуга без средње осовине (Слика 3.7) омогућава окретање рама без вађења истог из центрифуге и донекле олакшава и убрзава процес.

Међутим, оваква центрифуга има једну ману: приликом окретања рам може да дође у контакт са другим рамом, са решетком (нагњечење саћа) или да у најгорем случају пропадне испод носача [7].

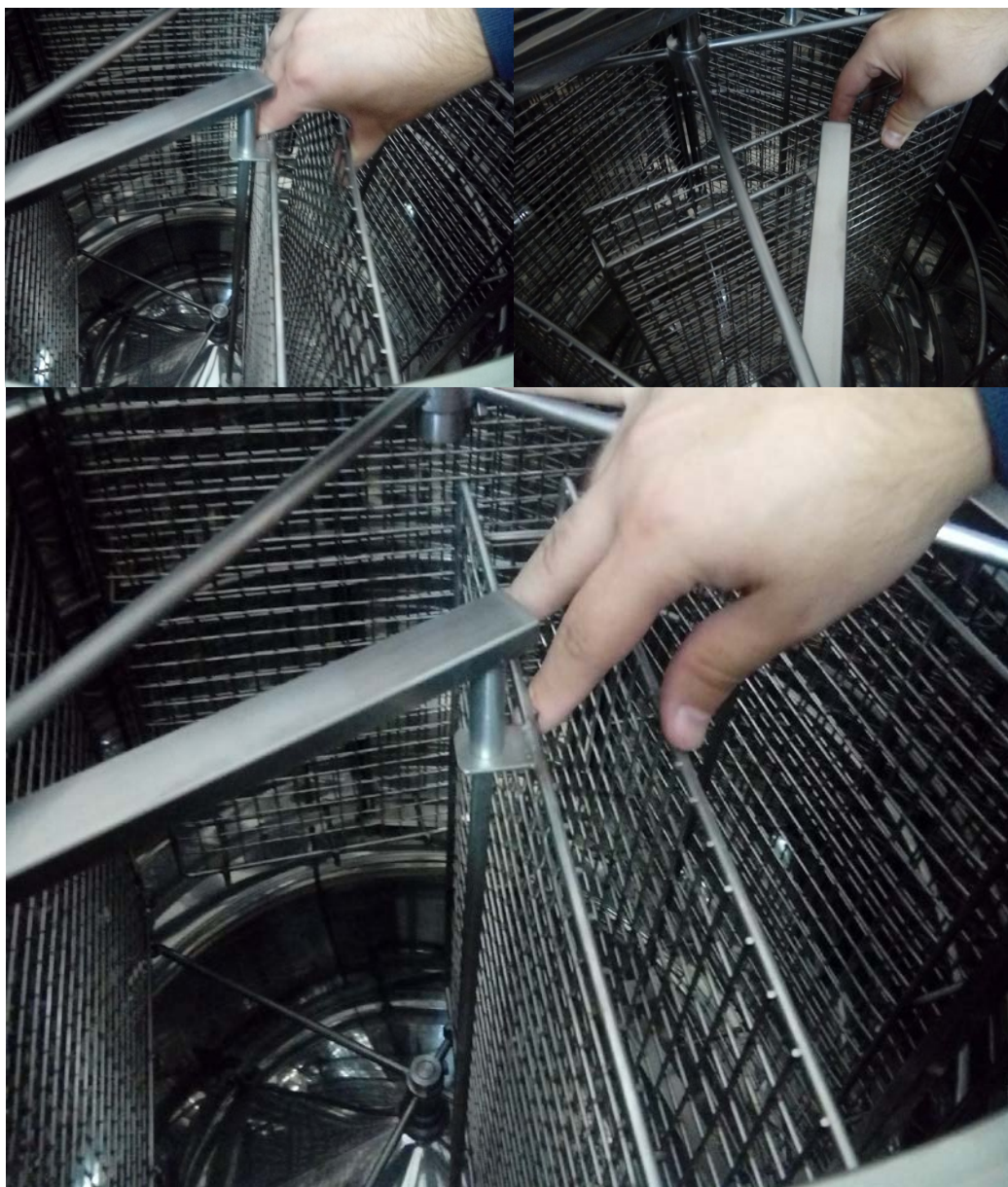


Слика 3.7 Пример центрифуге без средње осовине [7]

3.6. Касетна центрифуга без средње осовине

Мана претходне центрифуге решена је употребом касета које имају механизам носача налик на дупле шарке тако да је употреба крајње поједностављена и врло логична. Носач се ручно одгурне од обруча на коме лежи касета, затим се касета окрене око своје осе и пусти да опруга носач са касетом врати на своје место [7].

Ово конструкцијско решење (Слика 3.8) је уједно и тема овог завршног рада.



Слика 3.8 Пример касетне центрифуге без средње осовине [7]

3.7. Центрифуга са хоризонталном осом окретања

Овај тип центрифуге најчешће се користи код огромних количина рамова јер је у стању да за један циклус истресе и преко сто рамова. Део је линије за екстракцију меда коју поред

центрифуге чине још: аутоматски отклапач саћа, конвејер за транспорт рамова, преса за сепарацију воштаних поклопаца и меда и пумпа за мед (Слика 3.9) [6].

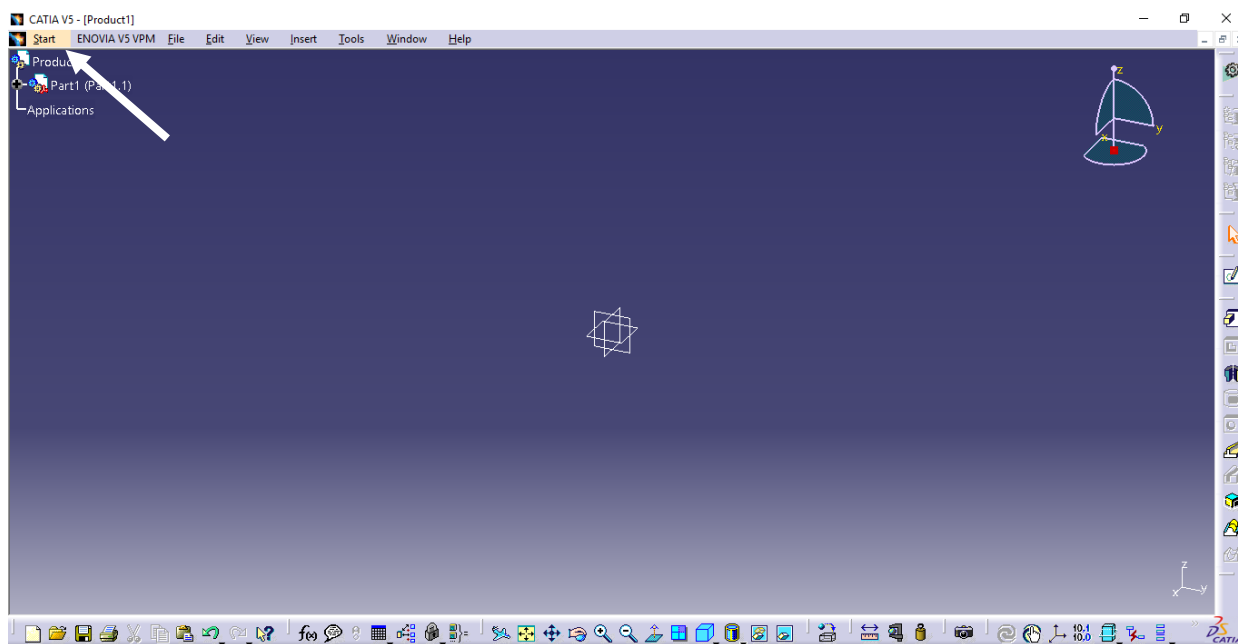


Слика 3.9 Пример центрифугеса хоризонталном осом окретања [8]

4. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОТОТИПА ЦЕНТРИФУГЕ УЗ ПОМОЋ ПРОГРАМСКОГ ПАКЕТА CATIA V5R20

Употребом стандардне центрифуге тангенцијалног типа за четири рама уочени су неки од недостатака. Да би тангенцијалним типом центрифуге могао да се издвоји мед са рама потребно је прво истрести га са једне стране до пола, а потом са друге стране тотално и на крају вратити прву страну и завршити процес (тако се спречава пуцање саћа). Дакле, потребно је више пута водити рамове и враћати их унутра окренуте за 180 степени. У жељи да се елиминише прекомерно маневрисање рамовима приступиће се пројектовању касетне тангенцијалне центрифуге, такозване реверзибилне центрифуге.

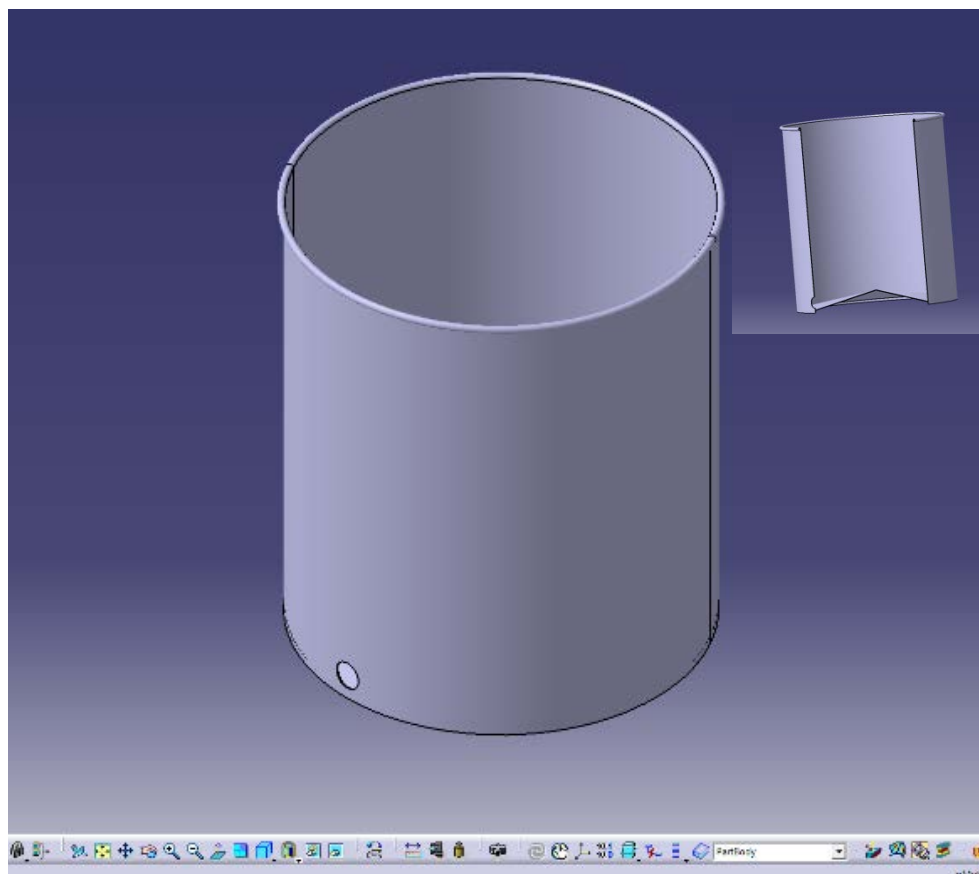
За израду 3D модела центрифуге коришћен је програмски пакет CATIA V5R20 (Слика 4.1). Сви елементи склопа као и сам склоп урађени су по димензијама и спецификацијама једног од произвођача уз одређену модификацију.



Слика 4.1 Радно окружење програмског пакета CATIA (V5R20) [9]

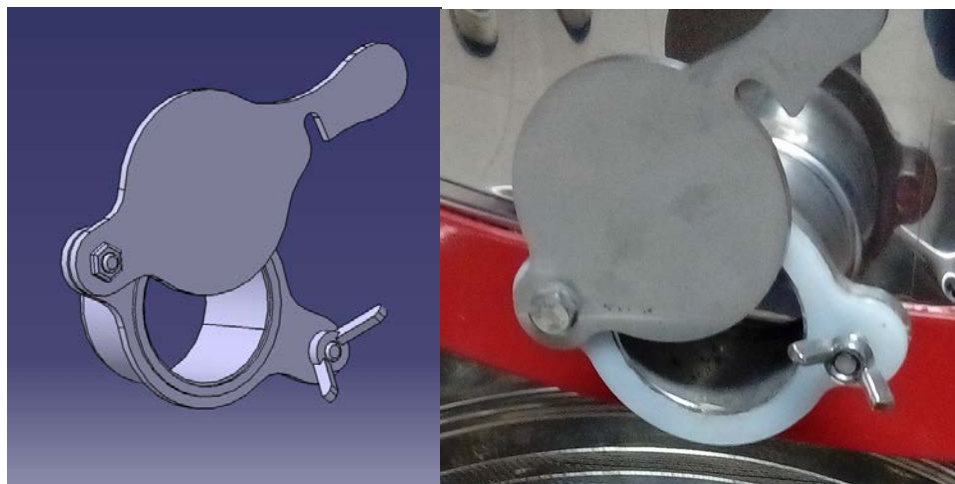
У овом поглављу биће речи о 3D моделу центрифуге са свим елементима склопа и неким од алата који се користе за њену израду. У зависности од комплексности и важности појединих елемената за сам процес пројектовања неки елементи биће детаљније размотрени. Модул за израду делова је Mechanical design » Part design, а склопа Mechanical design » Assembly design. Модулима приступамо кроз мени Start [9].

Из разлога што је бубањ један од делова склопа центрифуге који је ограничен постојећим алатом познатих димензија биће то елемент од кога ће почети пројектовање такозване реверзибилне центрифуге за екстракцију меда. Сви остали елементи склопа биће условљени димензијама и геометријом бубња (Слика 4.2). Дно бубња је конусно нагоре из разлога да убрза отицање меда из њега. За модел склопа потребан је један бубањ. Материјал за израду овог дела машине је лим дебљине 0,5mm од прохрома 304L (Š4580).



Слика 4.2 Модел бубња

Ту је затим склоп славине са затварачем (Слика 4.3). Може се измоделирати у било ком тренутку јер је стандардни елемент сваке центрифуге без обзира на габарите и тип исте. Подсклоп се састоји од: цеви славине, завртња и навртке димензија М6, еластичне подлошке, заптивног елемента и завртња и навртке са лептир главом [9]. За модел склопа потребан је један модел подсклопа славине. Славина се приликом производње конкретног прототипа заварује ТИГ поступком заваривања без додавања материјала. Материјал за израду овог дела машине је лим дебљине 2mm од прохрома 304L (Š4580).

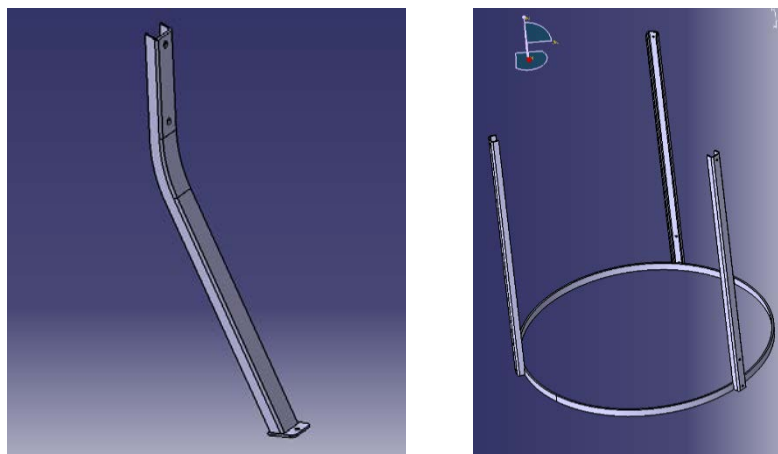


а)

б)

Слика 4.3 Славина центрифуге: а) модел (подсклоп) славине, б) славина на центрифуги

Затим се могу моделирати профилни носачи са ножицама, као подсклоп са обручем који обухвата дно бубња (Слика 4.4). Веза ножица и профилних носача остварује се одговарајућим завртњима и наврткама [9]. Стопа сваке ножице има отвор за чврсто повезивање центрифуге за подлогу. За модел склопа потребне су три ножице, три профилна носача и један обруч. Материјал за израду овог дела машине је лим дебљине 2mm од челика негарантованог хемијског састава, најчешће Č0361.

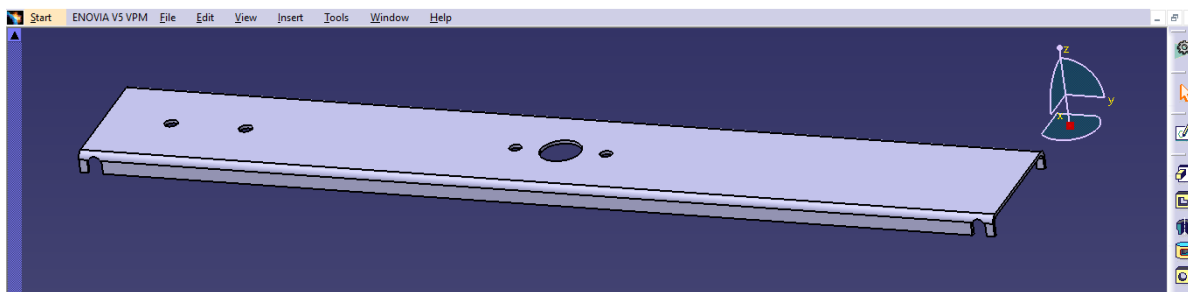


а)

б)

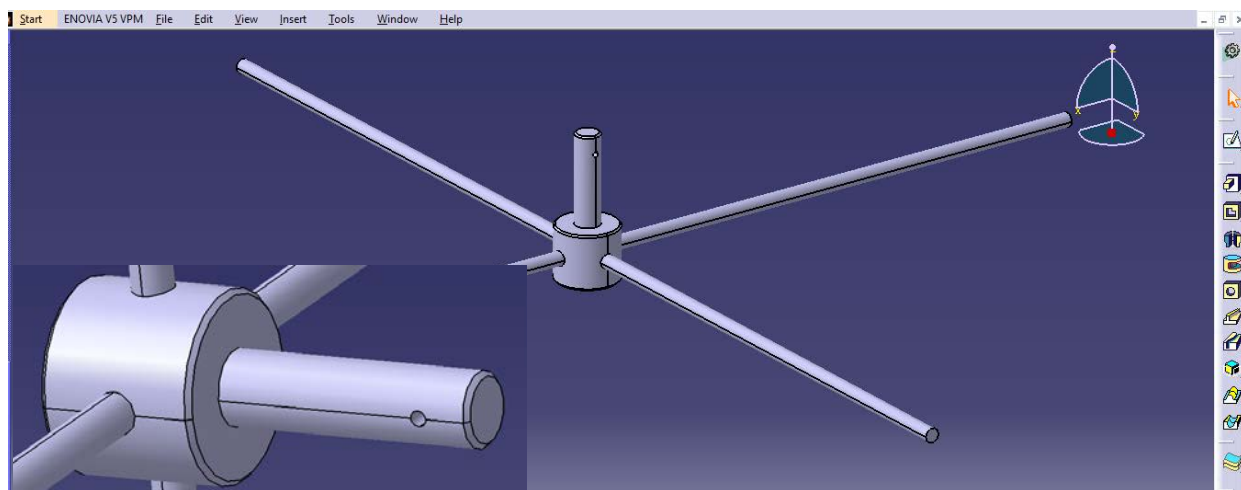
Слика 5.4 Носећи елементи: а) модел ножице центрифуге, б) подсклоп обруча са профилним носачима

Након тога се израђује модел летве (Слика 4.5) која носи погонски механизам са отворима за везу летве и погонског механизма. За модел склопа потребна је једна летва носача погонског механизма. Материјал који се користи за израду овог дела машине је такође лим дебљине 2mm челика негарантованог хемијског састава најчешће Č0361.



Слика 4.5 Модел летве носача погонског механизма

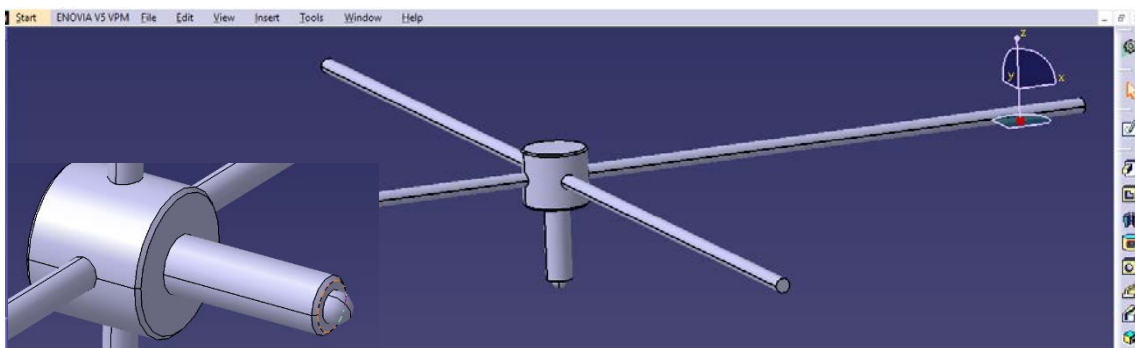
Као део центрифуге моделирају се и паоци са горњом главчином (Слика 4.6) која ће у склопу бити повезана са погонским механизмом на тај начин да им се лако може мењати дужина приликом даље израде других делова и паковања у модел склопа. За модел склопа потребна су четири паока и једна горња главчина са осовиницом. Материјал коришћен у производњи овог подсклопа је прохром 304L (Č4580) одговарајућих димензија.



Слика 4.6 Модел паока са горњом главчином која се чивијом повезује са погонским механизмом

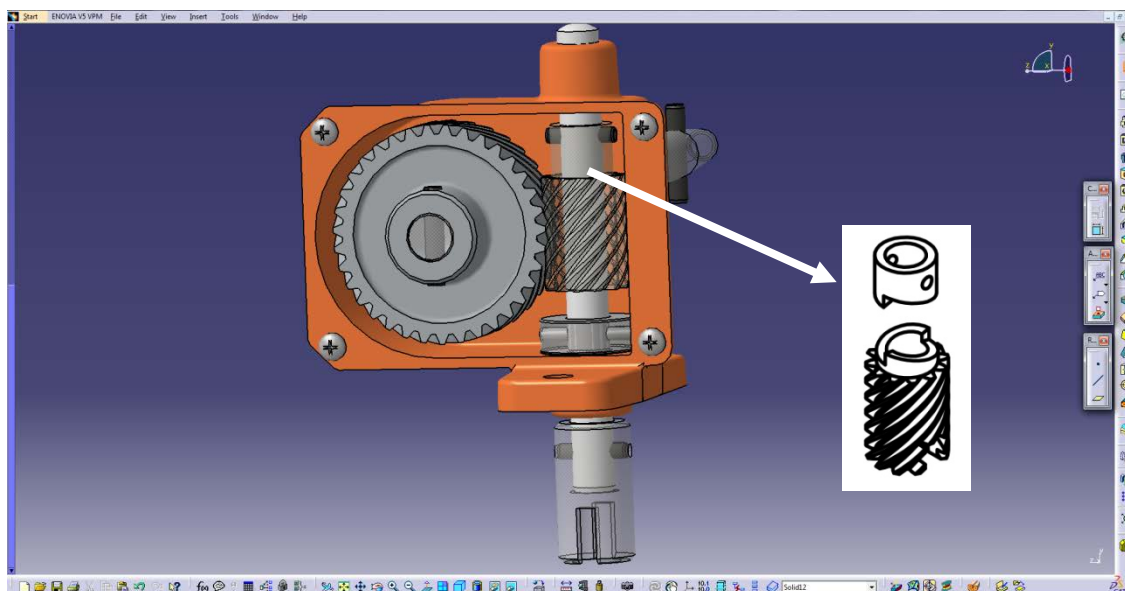
Идентично претходној, са незнатном изменом дужине саме осовинице и уз изостављање отвора за чивију, моделира се и доња главчина (Слика 4.7), јер она нема везу са погоном већ има куглицу која служи за смањење трења приликом окретања. Паоци су креирани у претходној фази и само се уграђују у подсклоп. Тако, на пример, уколико је неопходно

променити дужине свих паока у склопу све што је потребно је променити дужину једног паока. За модел склопа потребна су четири паока и једна доња главчина.



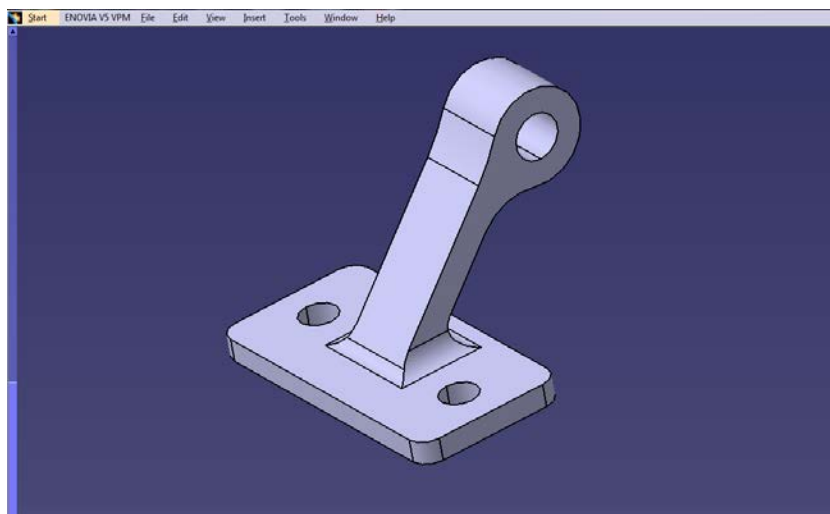
Слика 4.7 Модел паока са доњом главчином која има куглицу за смањење контактне површине делова који се окрећу

Подсклоп погонског механизма са осовином састоји се из више различитих делова и због тога се прво спаја у подсклоп (Слика 4.8). Због узајамних геометријских веза (саосност, управност, паралелност, одстојање) као и код других подсклопова овог склопа убацивањем у склоп целе центрифуге подсклоп погона понашаће се као појединачни део склопа. Уколико се у потпуности не дефинишу односи свих делова подсклопа, односно неки од односа остане не дефинисан није толико битно јер ће по убацивању у склоп однос свих делова подсклопа остати непроменљив у склопу. Моделирање зупчастог пара и свих других стандардних делова урађено је по каталогу машинских елемената [10]. У производњи пчеларске опреме овај подсклоп добија се као готова роба од подизвођача.



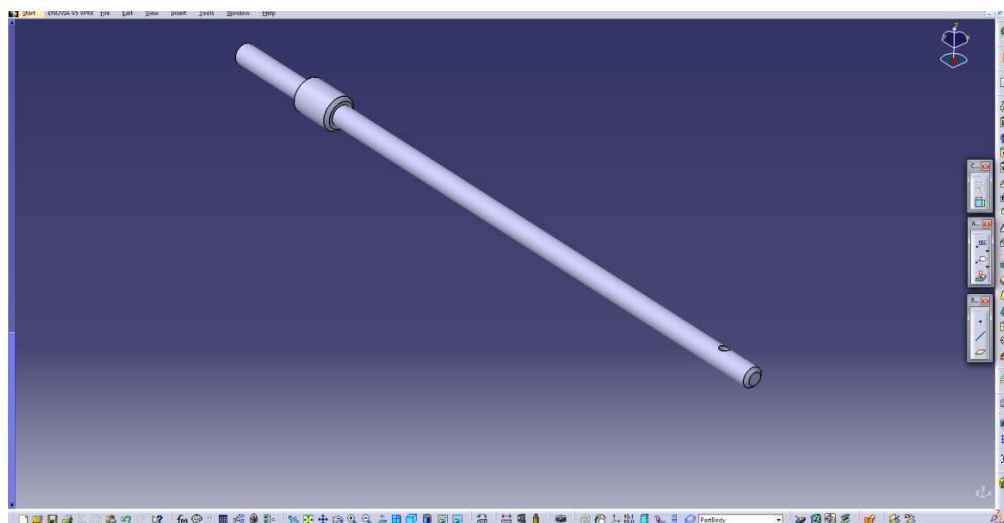
Слика 4.8 Модел подсклопа погонског механизма са кочницом

У следећем кораку урађен је модел ослона погонске осовине са отворима за навојну везу са летвом носача погонског механизма и отвором за осовину погонске ручице (Слика 4.9). Материјал од кога се овај део израђује је алуминијум, у питању је ливени алуминијум са убаченом чауром од месинга (клизни лежај). У производњи ослонац погона долази са погонским механизмом у пару.



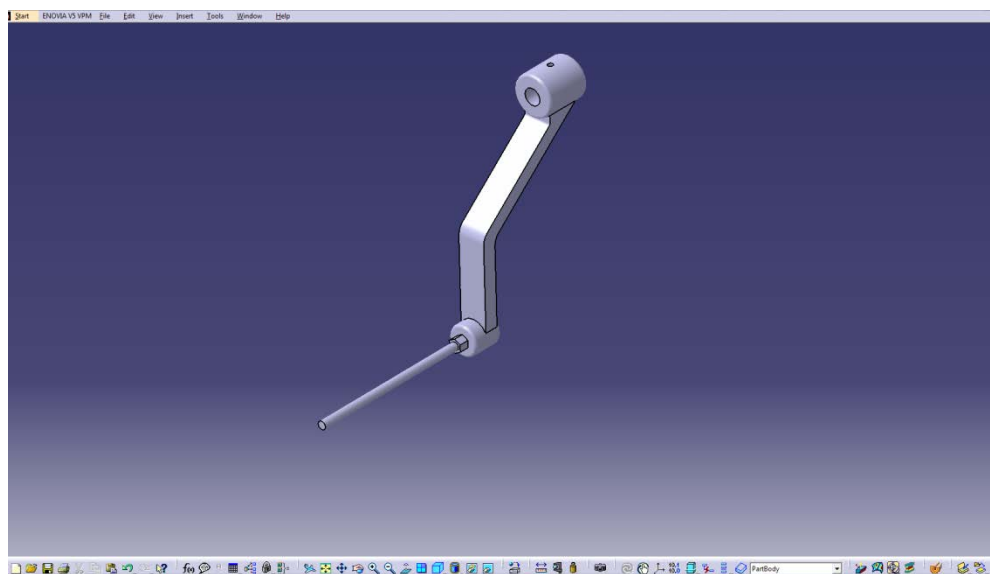
Слика 4.9 Модел ослона погонске осовине

Још три елемента долазе у комплекту са погонским механизмом и ослонцем, а то су: погонска осовина (Слика 4.10), ручица погонског механизма (Слика 4.11) и дршка ручице погонског механизма (Слика 4.12). Сваки елемент се моделира посебно, али се у склоп уграђују као део подскопа због раније поменутих узајамних односа.



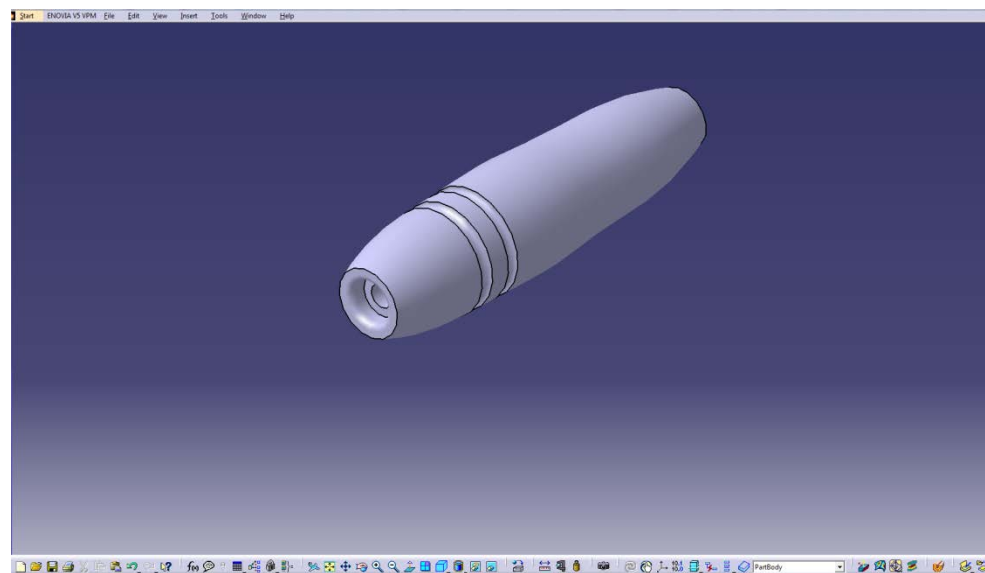
Слика 4.10 Модел погонске осовине

Спајање осовине и погонске ручице као и спајање осовине и погонског механизма изводи се уметањем равне чивије опружног типа. Истом чивијом спаја се и погонски механизам са носачем касета преко горње главчине.



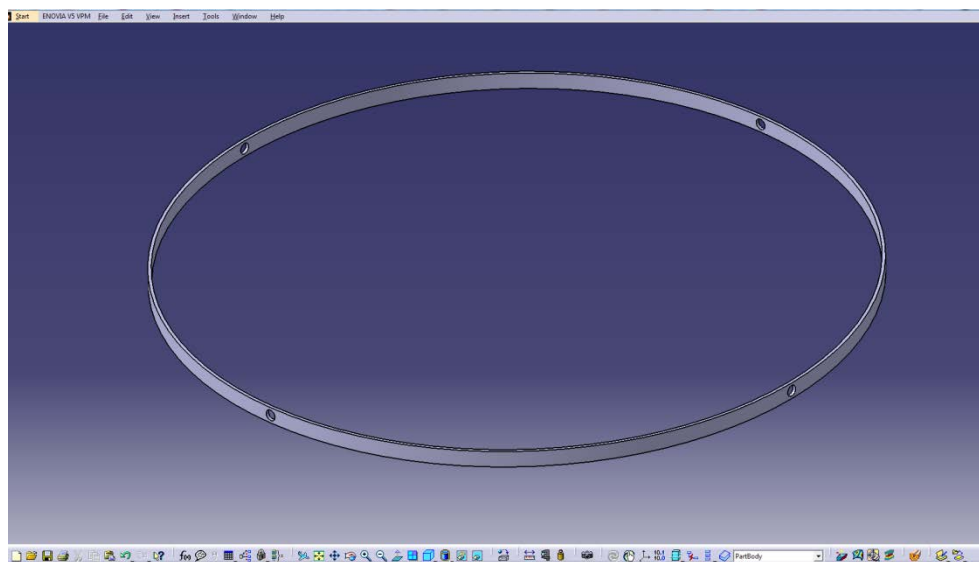
Слика 4.11 Модел ручице погонског механизма

Модел дршке ручице погонског механизма (Слика 4.12) израђује се уз поштовање неких општих правила ергономије, наравно имајући у виду да се у томе не претера јер би израда тиме постала сложена, а цена може се рећи неоправдано повећана. Материјал за израду ручице је дрво.



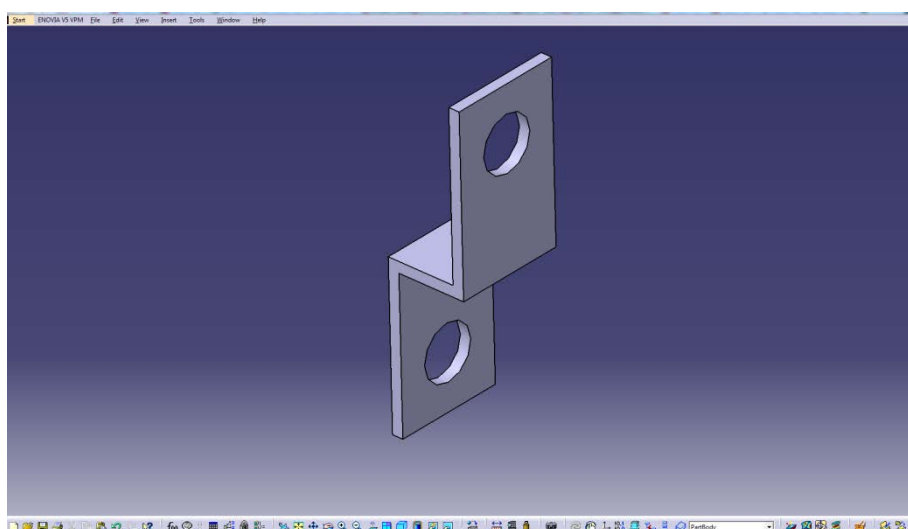
Слика 4.12 Модел дршке ручице погонског механизма

Улога следећег елемента склопа центрифуге (Слика 4.13) је да се на њега ослоне касете са рамовима и да их приликом окретања држи на одређеном растојању од зида бубња. На себи има четири отвора за навојну везу са механизмом носача касета (Слика 4.16). Обруч за ослањање касета може се у производњи израђивати од дебљег програмског лима или цеви.



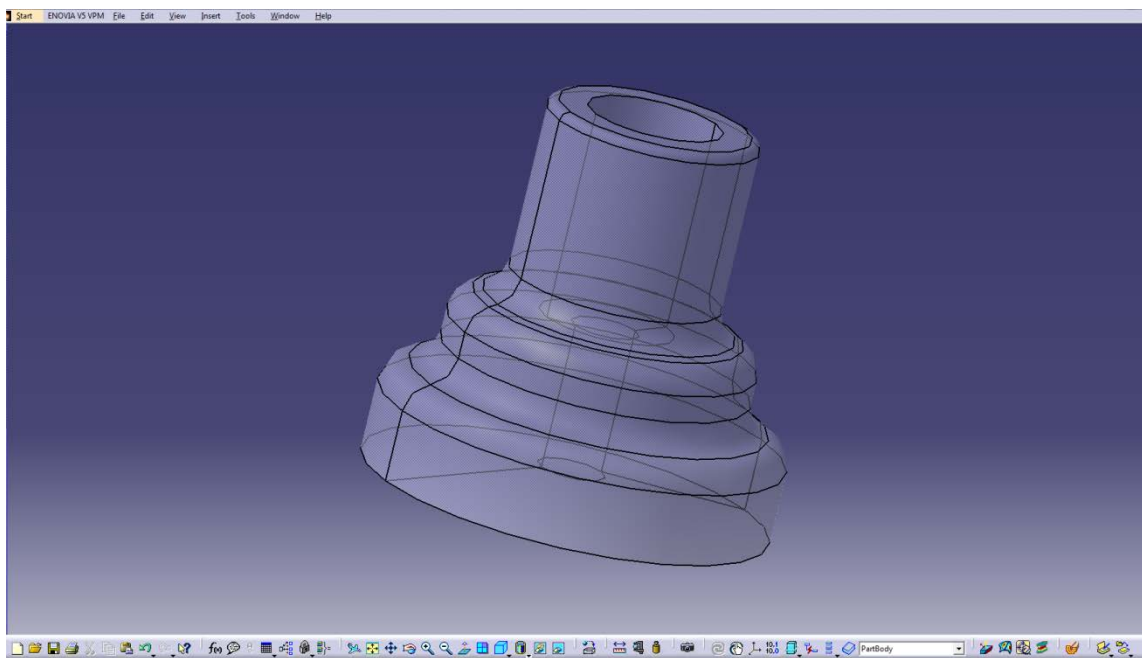
Слика 4.13 Модел обруча

Елемент који служи за повезивање обруча са самим механизмом носача касета (Слика 4.14) такође се израђује од прохрома и завртњевима се једним отвором повезује за обруч, а другим за механизам носача касета (Слика 4.16).



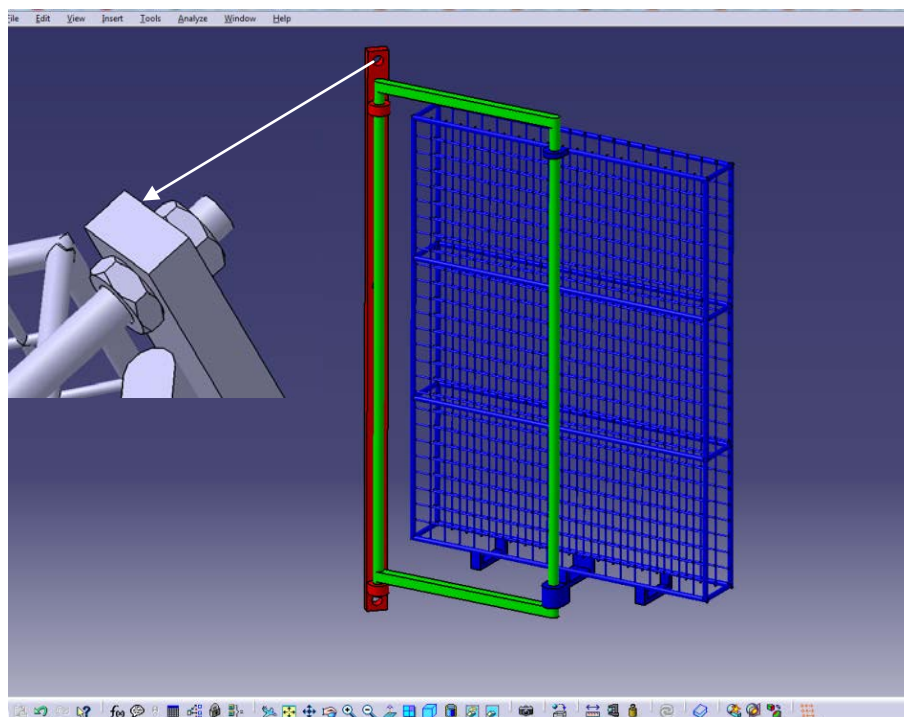
Слика 4.14 Модел угаоне спојнице

Једини део који се не израђује од прохрома већ од алуминијума 7010 (AlZn6MgCu), а налази се унутар самог бубња, је ослонац (Слика 4.15) на условно речено дну бубња. Како је дно конусно према горе тај елемент центрифуге готово никад не ступа у контакт са медом. За највишу тачку дна бубња повезује се са доње стране завртњем. Приликом склапања машине у отвор се ставља мала количина масти за подмазивање.



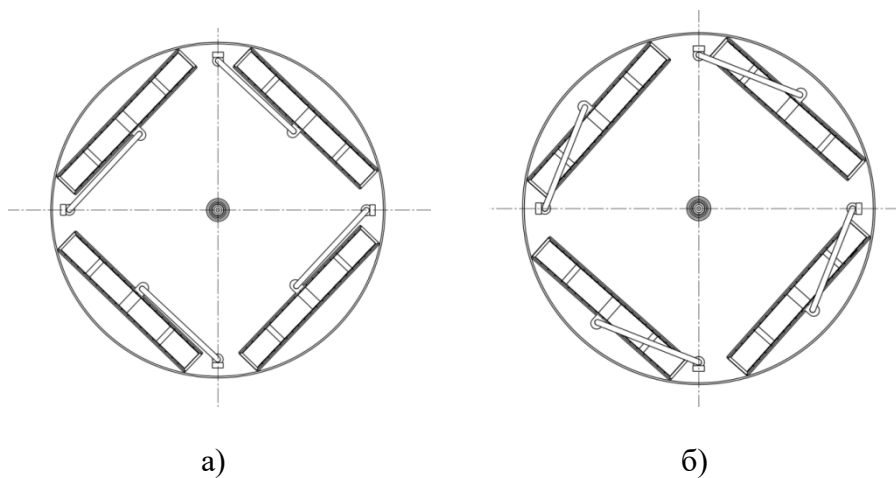
Слика 4.15 Модел ослонца на дну бубња

Као последњи, али претходно већ поменути део склопа центрифуге, биће размотрен подсклоп механизма носача касете (Слика 4.16) који ово конструкционо решење чини занимљивим. Због своје комплексности овај подсклоп и његови појединачни делови добиће највише пажње у овом раду. Биће неколико речи и о узајамним односима између елемената, односно угловима које у одређеним тренуцима образују између себе. На слици 4.16 разликујемо три дела овог механизма који су приказани различитим бојама. Плавом бојом је приказана касета у коју се смештају рамови наставка или полунаставка. Димензије касете задовољавају пријем рама наставка (рам из плодишта) или два рама полунаставка (рам из медишта) стандардне ДБ кошнице. Црвеном бојом је приказан носач механизма касете који се уз помоћ својих отвора на крајевима повезује двоструком навртком са паоцима (деталј). Зеленом бојом приказан је део који са претходна два образује систем шарки и тако се приликом отклона касете ка средишту, а затим ротацијом касете и поновним удаљавањем касете ка обручу (Слика 4.13) у ствари окреће касета са рамом на следећу страну која се врца.



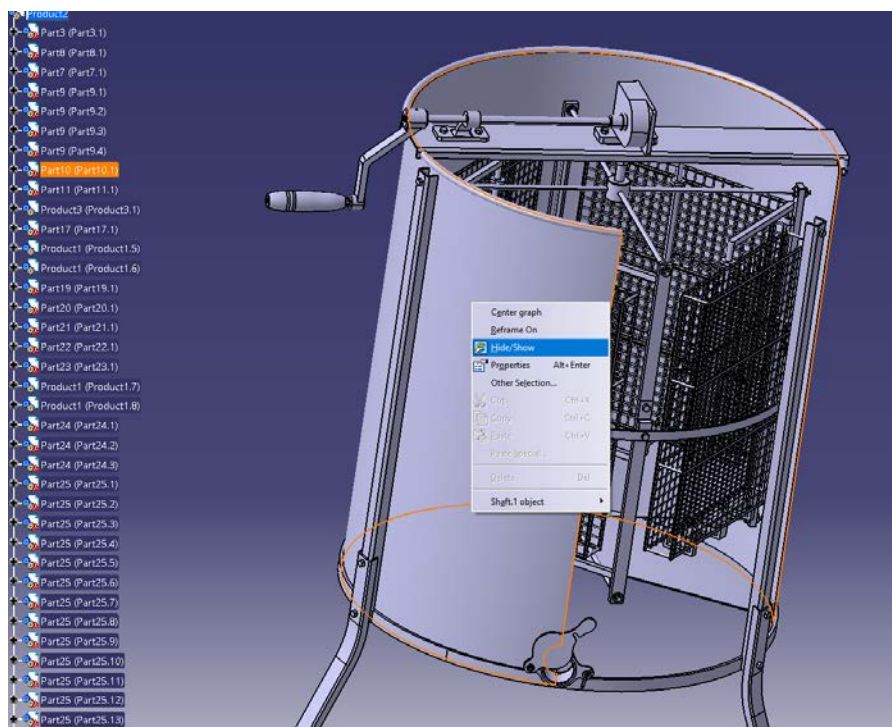
Слика 4.16 Модел механизма носача касете

Тако се на пример разликују два крајња случаја положаја касете и свих делова механизма (Слика 4.17). Први положај је наизглед погоднији за убацивање и вађење рамова из саме касете, али приликом саме употребе центрифуге увиђа се да је једнако лако то урадити и у другом положају.



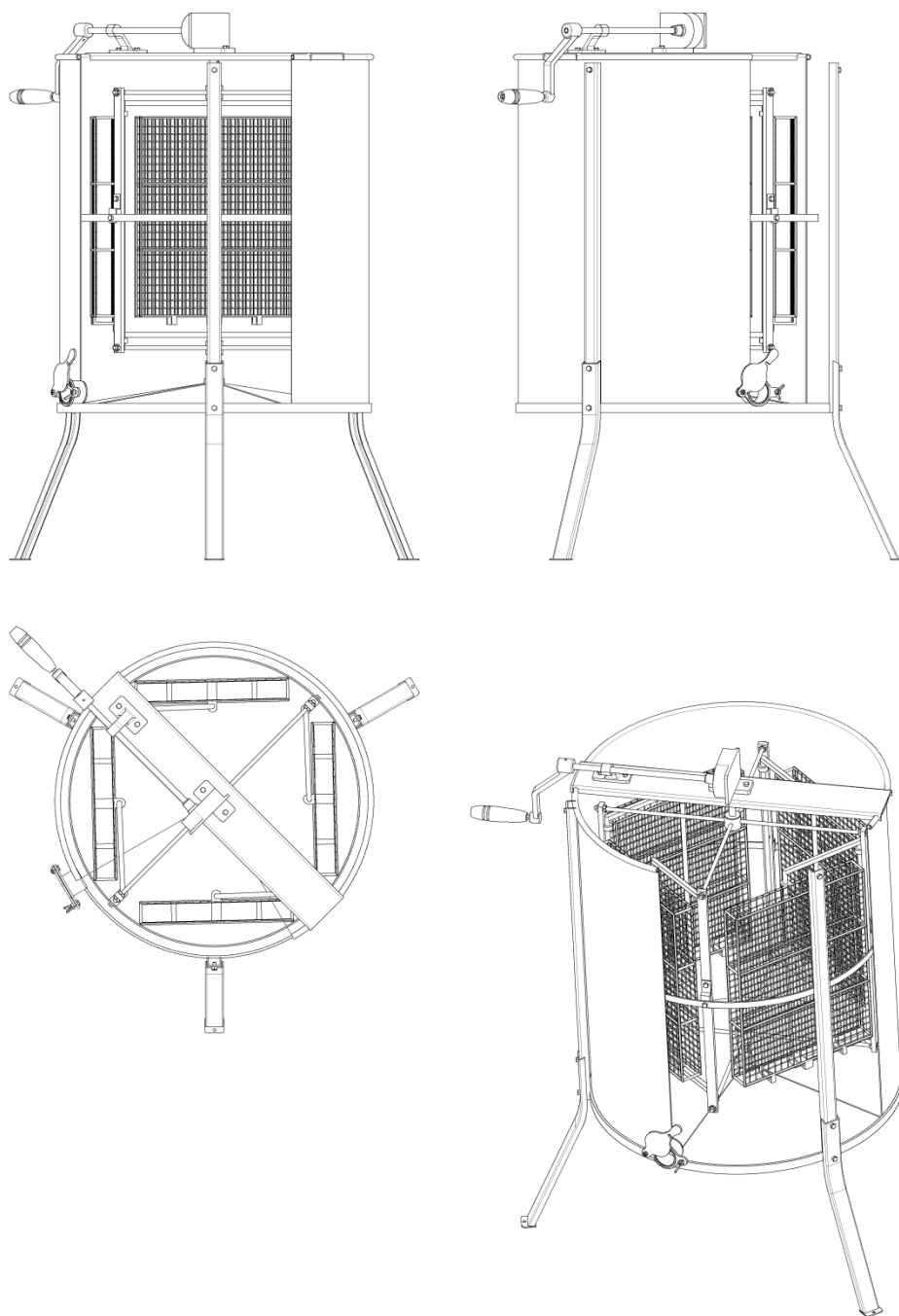
Слика 4.17 Положај механизма носача касете: а) почетни положај, б) положај након прве ротације касете

Када је реч о склапању модела склопа центрифуге врло је важно напоменути да се никада приликом пројектовања не ураде сви делови модела, увек се крене од неког познатог, у овом случају бубања, а касније се моделирају елементи који задовољавају геометрију и функцију за коју су намењени. Хронологија пројектовања центрифуге за екстракцију меда као и уосталом било ког склопа неке машине врло је важна јер се од бубња до механизма носача касете идеја пројекта искристалише, а неки од недостатака у ходу одклоне. У току израде модела склопа најчешће се користи опција Hide/Show (сакриј/покажи) из падајућег менија, јер је неке делове склопа немогуће видети због великог броја делова у склопу (Слика 4.18). Да би унутрашњост центрифуге била видљива бубањ се може привремено модификовати као на слици 4.18. Тиме се посао конструктору значајно олакшава јер има увид у величине и сразмеру делова и зазора.

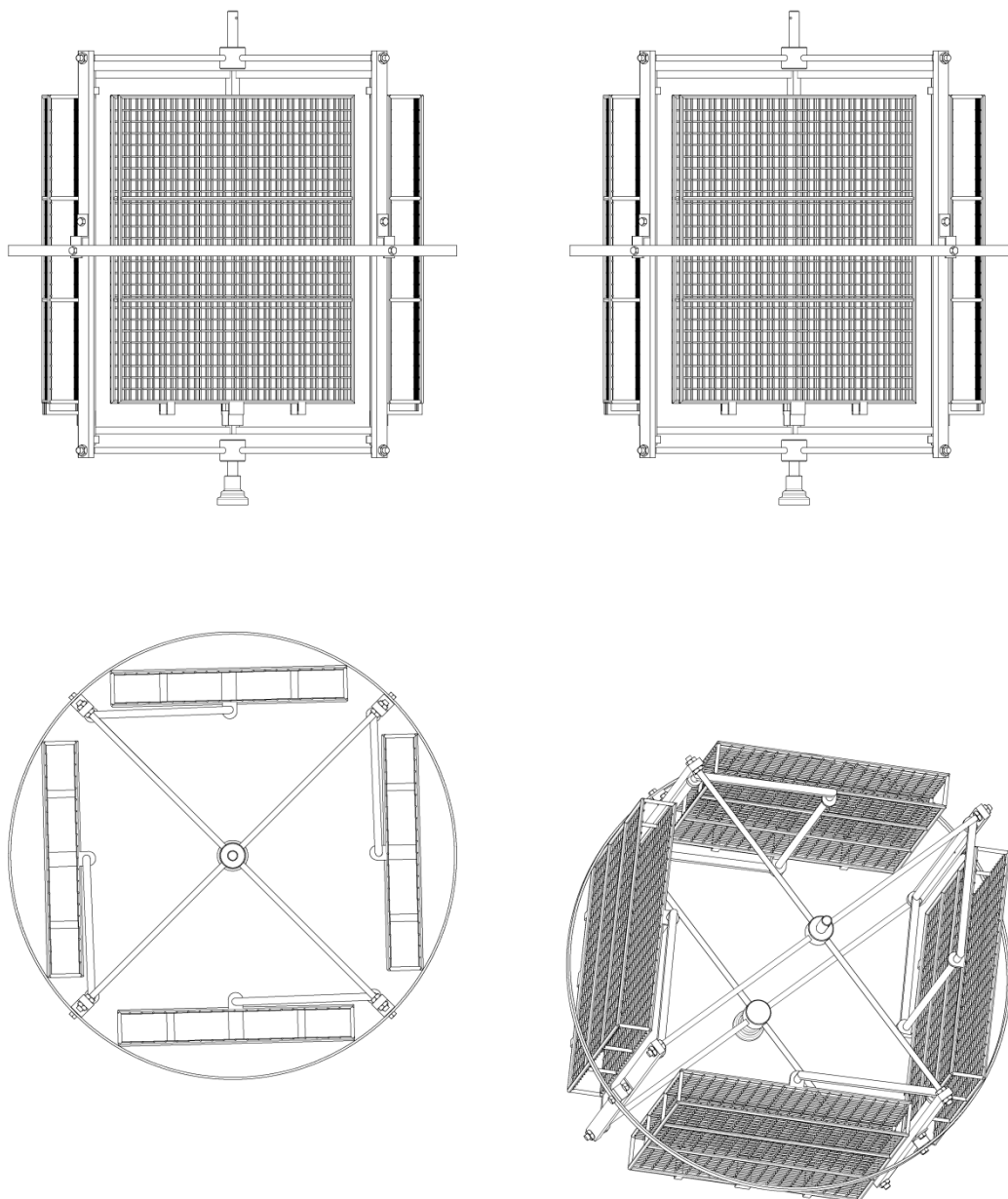


Слика 4.18 Склоп центрифуге са видљивом унутрашњошћу

На слици 4.19 приказан је склоп центрифуге у три погледа као и модел у изометрији, док је на слици 4.20 приказан механизам центрифуге са носачима касета, обручем, паоцима са главчинама и осовиницама.



Слика 4.19 Склоп центрифуге приказан у различитим погледима



Слика 4.20 Подсклоп механизма центрифуге

Закључак

У оквиру овог рада приказана су конструкциона решења центрифуге од првих, најједноставнијих до савремених значајно сложенијих концепција. Традиционалан начин цеђења меда изводио се све до краја 19. века, када је Франц Хрушка (Franz Hruschka) дошао на идеју да принцип центрифуге искористи за такозвано истресање меда. Касније се увидело да је центрифугирање по многим аспектима боље од дотадашњег начина екстракције меда.

Током времена, центрифуга за екстракцију меда је унапређивана све до данашњих дана. Данас тако постоје центрифуге које могу да прихвате велики број рамова како би процес екстракције био што бржи и ефикаснији.

Извршена је подела центрифуга према начину деловања силе на саће и мед у њему, према врсти конструкције и према погону који покреће центрифугу.

Објашњено је које су центрифуге погодне за пчеларе са малим, а које за пчеларе са великим бројем кошница. У раду је описана конструкција постојећих центрифуга за екстракцију меда и извршена је анализа истих. Уочене су предности и недостаци једних наспрам других, а затим се приступило пројектовању ручне касетне центрифуге за екстракцију меда са обртним касетама.

Како је у Србији највише пчелара са средњим бројем кошница за модификацију и пројектовање изабрана је центрифуга са капацитетом од 4 ДБ плодишна рама. Анализирањем постојећих конструкционих решења центрифуге израђен је модел центрифуге са готово свим њеним саставним деловима. Најзначајнији делови центрифуге су детаљније су размотрени. С друге стране, иако их има на моделу склопа, нису детаљно представљени стандардни делови. Неки од њих су: навртке, чивије, подлошке...

Моделирање делова и склопа урађено је у програмском пакету CATIA V5R20. Модул за израду делова је Mechanical design » Part design, а склопа Mechanical design » Assembly design. Ради лакше израде склопа урађено је неколико подсклопова.

Приликом евентуалне израде прототипа на основу пројекта, дате су опште смернице о технологијама израде, материјалима који се користе и начину склапања машине. Како би се побољшао овај модел машине могуће је ручни погон заменити погоном електромотором са пратећом електроником и тако повећати њену ефикасност. Међутим, имајући у виду коме је ова машина пре свега намењена и колико рамова може да прими било која модификација је непотребна јер би се тиме неоправдано повећала њена цена.

Литература

- [1] BeeKeepClub, Интернет страница: <https://beekeepclub.com/>, приступљено 20.06.2020.
- [2] Orca , Интернет страница: <https://orca.rs/zasto-su-pcele-vazne/>, приступљено 20.06.2020.
- [3] Franz Hruschka, Интернет страница: <https://fhruschka.cz/>, приступљено 20.06.2020.
- [4] Савез пчеларских организација Србије (СПОС), Интернет страница: <https://spos.info/>, приступљено 20.06.2020.
- [5] Антонић М., Како је настала центрифуга, часопис „Пчелар“, бр. 9, 1998. год.
- [6] Bee equipment, Интернет страница: <https://www.beeequipment.eu/>, приступљено 20.06.2020.
- [7] Минели Крагујевац, производња и продаја опреме за пчеларство, Интернет страница: <http://www.mineli.rs/>, приступљено 20.06.2020.
- [8] Pčelar, Интернет страница: <https://pcelar.rs/kategorija-proizvoda/vrcaljke-i-delovi-vrcaljki/?script=cir>, приступљено 20.06.2020.
- [9] Sham T., Vivek S., [*CATIA V5R18 za mašinske inženjere*](#), Микро књига, 2009. год.
- [10] Николић В., Машински елементи, теорија прорачун, примери, Машински факултет у Крагујевцу, Униврзитет у Крагујевцу, 2004. год.