

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Машински елементи 2

Број индекса: 26/2017

Ана В. Марковић

Преглед и анализа конструкцијских решења центрифуга за мед

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 мед, да опише и објасни принцип рада, карактеристике и поделе, да анализира постојећа конструкцијска решења и прикаже поступак израде 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] Hršak B, Čikić A, Brišić, *Izrada 3D modela vrcaljke za med*, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvatska, 2012. год.
- [4] Николић В, *Машински елементи, теорија, прорачун, примери*, Машински факултет у Крагујевцу, Универзитет у Крагујевцу, 2004. год.

Крагујевац, септембар 2020.

ментор:

др Зорица Ђорђевић, ред. проф.

Резиме

Циљ рада је детаљан опис конструкције центрифуге за мед. Овим радом извршени су преглед и анализа конструкцијских решења исте.

Најпре, у првом делу је направљен кратак осврт на историјски развој центрифуге где је приказан период од првих примитивних центрифуга па све до идеалних механизма за екстракцију меда. Поменути су најзначајнији научници, пчелари као и сви остали који су заслужни за развој центрифуге.

Затим је другим делом приказан и објашњен принцип рада машине, њене катрактеристике као и поделе. Центрифуге се деле према начину постављања оквира (тангенцијалне, радијалне, касетне) и према врсти погона (мануелне и електричне).

Анализом постојећих конструкцијских решења центрифуге за мед показано је како машина функционише, од којих материјала су њени делови као и који су најбитнији параметри истих. Приказани су делови прорачуна неких од делова склопа центрифуге. У последњем делу рада израђен је 3D модел у SolidWorks програму за моделирање.

Кључне речи: *мед, центрифуга, конструкција, пчеларство*

Abstract

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

In the first part, a brief review of the historical development of the centrifuge is made, where the period from the first primitive centrifuges to the ideal mechanisms for honey extraction is shown. The most important scientists, beekeepers and all others who are responsible for the development of the centrifuge are mentioned.

Then, the second part shows and explains the principle of operation of the machine, its characteristics and divisions. Centrifuges are divided according to the way the frame is placed (tangential, radial, cassette) and according to the type of drive (manual and electric).

The analysis of the existing construction solutions of the honey centrifuge shows how the machine works, what materials its parts are made of, and which are the most important parameters of the same. Parts of the budget of some of the parts of the centrifuge assembly are shown. In the last part of the paper, a 3D model was done in the SolidWorks modeling program.

Key words: *honey, centrifuge, construction, beekeeping*

Садржај

Резиме	4
Abstract.....	4
Увод	6
1. Историјски развој центрифуга за мед	8
2. Принцип рада, карактеристике и подела центрифуга за мед.....	12
2.1 Подела центрифуга за мед.....	13
3. Анализа постојећих конструкцијских решења центрифуга за мед.....	22
4. Израда 3D модела центрифуге за мед	29
Закључак	36
Литература	37

Увод

Сваки вид пчеларства најпре мора почети проналаском односно куповином пчела. Могу се набавити на два начина; купити, што представља једностанију варијанту и наћи рој у шуми односно дивљини [1].

Пчеле (слика 1) су инсекти који живе у колонијама коју предводи матица. Међутим, оне могу бити и врло опасне, посебно када су изазване јер могу нанети оштре убоде. Због тога је веома важно предузети одговарајуће мере предострожности када се бавите њима. Пчеле производе властиту храну звану мед којом се обично хране у временским условима који нису погодни за излазак из кошнице.

Мед је најзначајнији пчелињи производ, поред пчелињег отрова, пчелињег воска, матичног млеча и др. Технологија производње меда обухвата процесе од центрифугирања саћа до паковања истог у амбалажу и излагања на тржиште. Са новом, савременом технологијом долазе и нови технолошки процеси који су у великој мери механизовани и аутоматизовани, што доводи до веће продуктивности рада у предузећима за прераду меда. Професија пчелара је популарна још од давнина. Међутим, до амбалажирања меда није нимало једноставно доћи.

Сваки од процеса мора да се обавља у условима који су одређени тако да мед задржи своје вредне квалитете хранљивог, дијетског лековитог производа. У току технолошке прераде треба исто тако сачувати, а понекад и побољшати његова органолептичка својства (изглед, боја, мирис и укус) [2].



Слика 1. Пчела [1]

Технолошки процеси прераде меда су следећи: центрифугирање, филтрирање, таложење, купажирање, загревање, разливање у амбалажу и чување. Неки се обављају још у пчелињаку, а други у прерађивачким погонима.

Производња меда почиње у пчелињаку. Мед треба да се производи у магацинским оквирима тј. рамовима, а не у плодишним, у којима је одгајано легло. Мед из оквира са

леглом садржи више полена који отежава филтрирање, а из старих рамова потамни. Уколико су $\frac{2}{3}$ рама запечаћене мед мора да се центрифугира. На тај начин се гарантује количина воде испод 20%. Пре центрифугирања рамови се одвајају ручно пчеларском виљушком, пчеларским ножем или специјалним прибором загрејаним паром или струјом. Понекад се користе машине за аутоматско отварање рамова, које одликује велика продуктивност. Поред центрифуге користи се и друга пчеларска опрема (слика 2).

Мед се вади из оквира центрифугирањем. Центрифуга је велики цилиндар од лима. Средином цилиндра пролази осовина, а при дну је постављена славина. За осовину су причвршћене касете у које се углављују отворени рамови. Осовина, а заједно са њом и касете, покрећу се ручно или електромотором. Услед центрифугалне силе мед се истреса из ћелија и слива низ зидове долазећи до дна центрифуге.

Постоје две врсте центрифуга тангенцијалне и радијалне, у зависности од положаја касета. Радијалне су већег капацитета и у њих се може ставити до 60 рамова.

Како би се центрифугирање убрзало, оквири треба обрадити одмах након што се изваде из кошнице или загрејати просторију у којој се центрифугира. Због наведених услова, претходно поменутих, потребно је имати посебну просторију за центрифугирање меда [2].



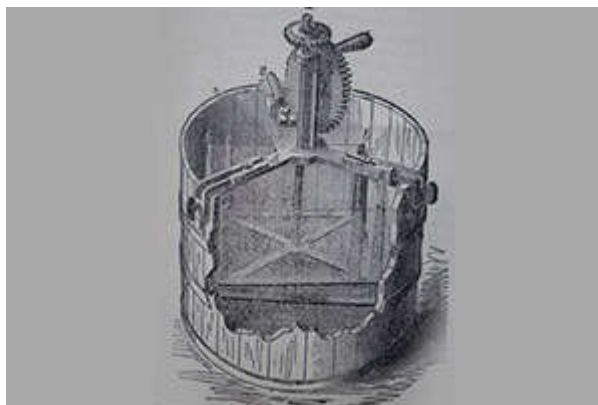
Слика 2. Пчеларска опрема [3]

1. Историјски развој центрифуга за мед

Средином прошлог века пчелари су открили како узети мед из кошница, а да се не униште пчеле, међутим није било могуће да се при томе не уништи саће, а уништавање саћа је било велика штета и за пчеле и пчеларе.

Велики преокрет у пчеларству десио се проналаском машине за истресање меда из медних рамова, која се назива истресалица или центрифуга. До идеје о конструкцији центрифуге, Фрањо Хрушка, није до тада био велики пчеларски ауторитет, међутим овим проналаском и великом доприносу пчеларству стекао је славно име.

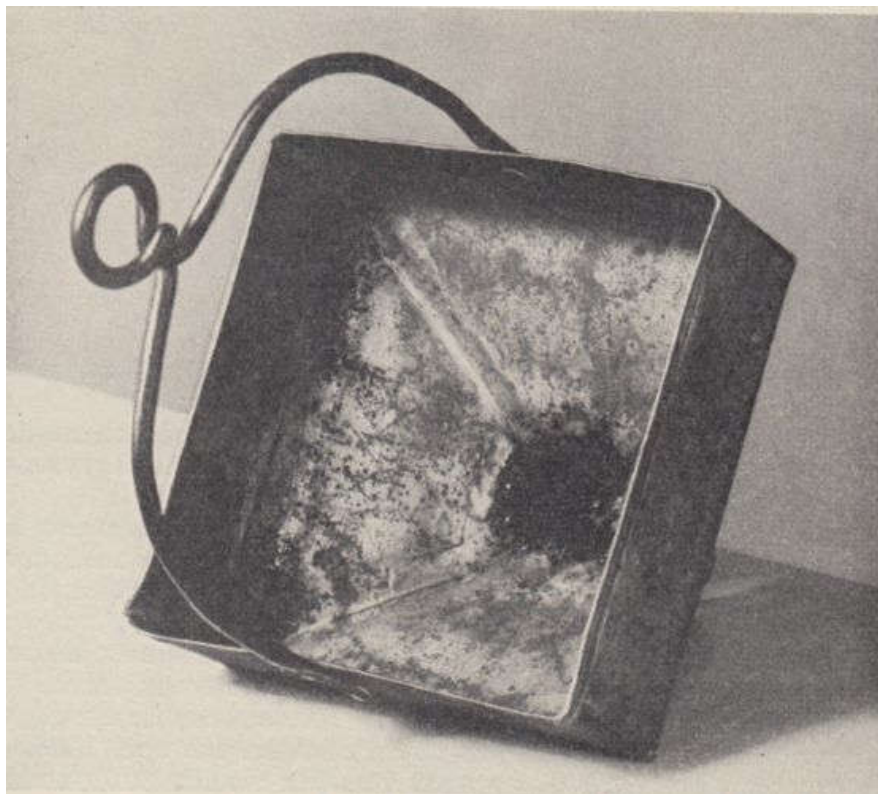
Мајор Франз Елдер вон Хрушка је рођен у Бечу. По занимању био је официр аустријске војске. У то време један део садашње Италије, око града Венеције припадао је Аустрији, а Хрушка је тада живео као мајор у месту Доло, близу Венеције. У слободно време бавио се пчеларством, и ту је 1865. године пронашао и конструисао прву центрифугу за цеђење меда из саћа тако да се оно не оштети и да може поново послужити пчелама за депоновање меда.



Слика 3. Прве конструкције центрифуге [4]

Занимљива је прича како је Хрушка дошао до идеје за конструисање центрифуге. Хрушка је на пчелињаку извадио из кошнице комад саћа са отвореним медом, ставио га у једну котарицу и дао детету да га носи кући. Пчеле навалише на мед и дечак да би се одбранио од пчела завитлао је котарицом око себе. Хрушка је узео котарицу и видео да је услед завитлавања сав мед са доње стране исцурио из ћелија. Тако се прича, да је на основу тога конструисао прву центрифугу (слика 3) [5]. Према другим изворима, Франз Хрушка користи већ позната решења центрифугирања, која су се у то време користила у фабрикама шећера за одвајање кристалног шећера од сирупа. На питање како је изгледала Хрушкинова центрифуга постоје разни одговори. Према једној теорији то је била једноставна четвороугла лимена кутија, везана са четири конопчића, са којима је обртана у круг; други је представљају у облику плитког дрвеног суда са центрифугалном машином од два точка спојена каишем, а за осовину мањег точка утврђена је нека корпа у коју се смештало саће са медом. Трећи кажују да је то била центрифуга само за један једини оквир па је својом кривином личила на кривину српа са ручицом одозго и левком

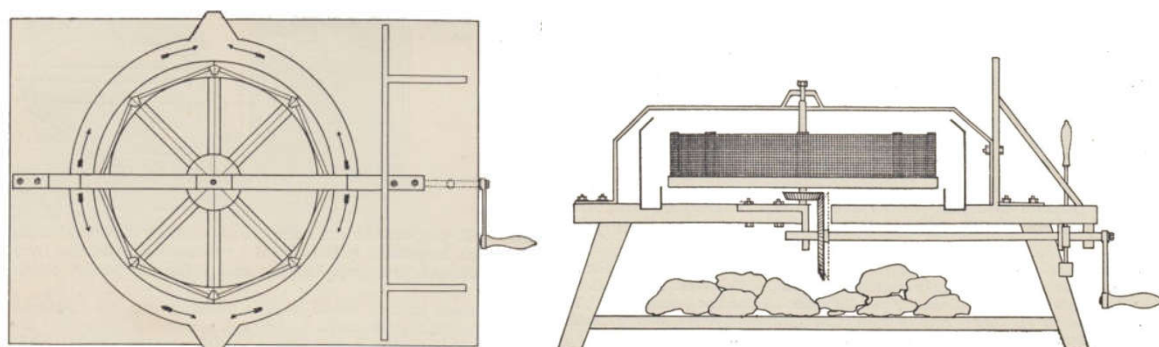
одоздо. Једни пак представљају ову центрифугу у облику теразија са кривом ручицом подешеном за лако кружно кретање. Међутим, познати руски пчеларски стручњак П. М. Комаров пише да је Хрушкина првобитна центрифуга представљала једно велико дрвено буре у коме је пљоштимице, према осовини, било смештено осам оквира са саћем [5]. Првобитну идеју Хрушкин је уређајем којим је демонстрирао центрифугалну силу на неоптерећеном чешљу меда представио на 14. конференцији немачких и аустријских пчелара у Брну [6].



Слика 4. Приказ уређаја за демонстрацију центрифугалне силе [6]

Међутим центрифуга није била израђена у време конференције у Брну. На конференцију, Хрушка је са собом понео само цртеже конструкције. Оригинални Хрушчкови цртежи објављени су у првом броју вести о пчеларима из 1866. године (слика 4). На цртежима се види да је машина била причвршћена за огроман сто. Основни део машине био је хоризонтални диск, чија је величина одређена бројем саћа које ће се истовремено обрађивати и дужином њихових горњих шипки. Оригинални екстрактор меда био је направљен за осам саћа. На ивицу диска било је причвршћено осам дрвених стубова, чија је висина зависила од висине саћа. Цела машина била је покривена гвозденом облогом. Горњи крајеви дрвених стубова били су причвршћени јаком жицом на ротационо вратило. Цилиндар је био причвршћен за горњу страну стола испод хоризонталног диска и хватао је мед који се сливао низ облогу. Диск се ротирао на вертикалној осовини, чији је горњи челични чеп био причвршћен за гвоздени оквир који је држао целу машину, а доњи је био причвршћен за плочу ослоњену на сто. На доњој игли је био причвршћен хоризонтални конусни зупчаник. Под столом се налазио отвор

и један крај са ручицом, а на другом крају налазио се конични зупчаник који је у спреси са другим (гоњеним) зупчаником правео ротацију механизма (слика 5).



Слика 5. Поглед одозго и са стране центрифуге [6]

Прве центрифуге су биле гломазне и неусавршене, али су временом све више усавршавањем. У Америци је 1867. године Л. Л. Лангстрот покушао да изради центрифугу са зупчастим точковима, дрвеном корпом и металним буретом. Након њега већим полетом одаје се усавршавању центрифуге М. М. Квимби. Најзад 1868. године А. И. Рут израђује центрифугу од метала са зупчастим точковима успевши да за један час истресе преко 17 килограма меда.

Убрзо потом познати енглески пчелар Томас В. Кован успева да конструише двооквирну центрифугу са кутијама, у којима се вршило аутоматско окретање страна оквира са медом. То је подстакло Рута да се још више посвети усавршавању центрифуге са механичким самоокретањем оквира у њиховом лежишту. Након тога се и код немачких пчелара пробудила жеља за усавршавањем центрифуге са самоокретањем оквира у њој и кочницом.

С обзиром на то да се у Америци масовно повећавала производња меда, било је и потребе за ефикаснијом центрифугом. Тамошњи пчелари долазе на идеју да конструишу центрифугу за истовремено истресање меда са обе стране саћа. Тако се појављује Бјукајева осмооквирна центрифуга са касетама као лежиштима појединих оквира.

Године 1888. појављује се Бонова центрифуга са водоравном осовином око које се окреће осмоострани точак, на коме су пљоштимице распоређени у кругу око осовине оквири за истовремено истресање меда са обе стране. Ни са овом гломазном центрифугом пчелари нису били задовољни.

Дванаестооквирне ручне центрифуге са усправном осовином, у којој се истовремено са обе стране истреса мед за 15 до 20 минута настају у време Првог светског рата у Европи где се удружују амерички и француски пчелари. Међутим, амерички пчелари се не задовољавају ратним изумом центрифуге већ настављају проучавања за израду савршеније. То исто чине и немачки пчелари 1926. године. Тада се Рут и Дејмут враћају на усавршавање ратне француске центрифуге са усправном осовином, око које су оквири поређани попут положаја паока у водоравном точку, тежећи за већом удаљеношћу

оквира од средишта центрифуге, које има изглед главчине у точку [5]. Коришћењем снаге мотора уместо људске за погон центрифуге добија се на ефикасности.

Године 1923. канадски пчелар Артур Хоџсон са М. Сикатом успева да усаврши Бонову центрифугу, постављајући на водоравну осовину шест осморамних точкова, сваки са по 8 лежишта са укупно 48 оквира, тако да се, користећи снагу мотора, мед из ових истресе за 10-15 минута.

Рут, после Хоџсоновог проналаска, запажа да је потребно појачати снагу машине која ће великом брзином окретати оквири са саћем у центрифуги. И тако се дошло до стварања четрдесетпетооквирне центрифуге "Симплисити" и других сличних. Пример савремених центрифуга дат је на слици 6. Проналазак центрифуге је омогућио добијање чистог меда, тзв. врцаног меда, какав је у ћелијама саћа. Од тада се на тржишту, поред муљаног и цеђеног, појавио и истресани (врсани) мед, зашта највећа заслуга припада мајору Фрањи Хрушки од којег је потекла сама идеја центрифуге.



Слика 6. Пример савремених центрифуга [3]

2. Принцип рада, карактеристике и подела центрифуга за мед

У процесу добијања меда прво се из кошница узима зрео мед поклопљен воштаним поклопчићима. Пчеле се из кошница могу одстранити на више начина. Један од начина је коришћењем пчеларске четке, а други, ефикаснији је постављањем тзв. бежалица, док је у примени и коришћење моторног стресача и издувача пчела. Када се оквири изваде из кошница преносе се даље на центрифугирање. Пре ређања рамова у центрифугу, врши се отклапање саћа мануелним или аутоматским отклапачем (слика 7).



Слика 7. Аутоматски отклапач саћа [7]

Центрифуга је механизам који ради помоћу центрифугалне силе. Састоји се из лименог ваљка у коме се налази кош центрифуге на чијим страницама је затегнута жичана мрежа. Са бочне стране је славина, а испод су металне стопице центрифуге. Дно је избочено ка унутрашњости центрифуге.

Кош је крутом везом причврћен за осовину центрифуге. Са горње стране осовине налази се механизам за пренос погона, а из њега излази ручка за покретање центрифуге.

Покретање погона може се вршити ручно и преко електромотора. Брзина и ритам окретања коша центрифуге са електромотором задају се одређеном програмском јединицом. Када се рамови правилно распореде по маси, врши се лагано покретање коша. Након одређеног времена треба постепено убрзавати окретање ручке. Брзина којом се окреће кош центрифуге може бити 280 о/min.

Када се изврца једна страна саћа, потребно је полако зауставити центрифугу, окренути рамове за 180° и поновити поступак [8].



Слика 8. Унутрашњост центрифуге [9]

Врцање једне стране траје од 3 до 5 минута, а зависи од врсте меда као и времена када се врцање врши. Процеђени мед се спушта низ бочне стране центрифуге и преко славине излази из исте. Испод славине потребно је поставити двоструко сито са горњом ређом и доњом гушћом мрежом због физичких нечистоћа које је потребно уклонити. Унутрашњост центрифуге приказана је сликом 8.

2.1 Подела центрифуга за мед

Подела центрифуга је извршена на основу начина постављања оквира у кош. Према томе центрифуге могу бити тангенцијалне, радијалне и касетне.

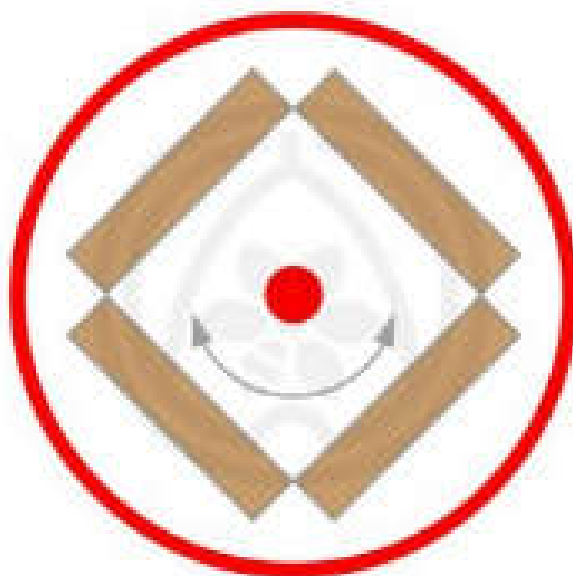
Тангенцијалне центрифуге су првенствено намењене пчеларима почетницима или пчеларима са мањим бројем друштава, превасходно због њиховог дизајна који одликују мале димензије и маса врцаљке која пчелару омогућује лаку селидбу. За време вађења саћа, оквир се поставља тангенцијално у односу на бубањ како би се мед лакше исцедио. Тангенцијалне центрифуге су погодне за вађење меда из рамова чак и највећих величина, што их чини најповољнијом опцијом екстрактора.

Са тангенцијалним екстракторима мора се водити рачуна о томе када престати са радом, односно окретањем оквира. Уколико се не прекине на време, тежина меда на унутрашњој страни воска може постати претешка и може доћи до пуцања. Уобичајена

пракса је да се заврти кош док се не исцеди око половине меда са прве стране, затим заустави, окрене и исцеди мед са те стране, а након тога опет врати да прву страну рама.

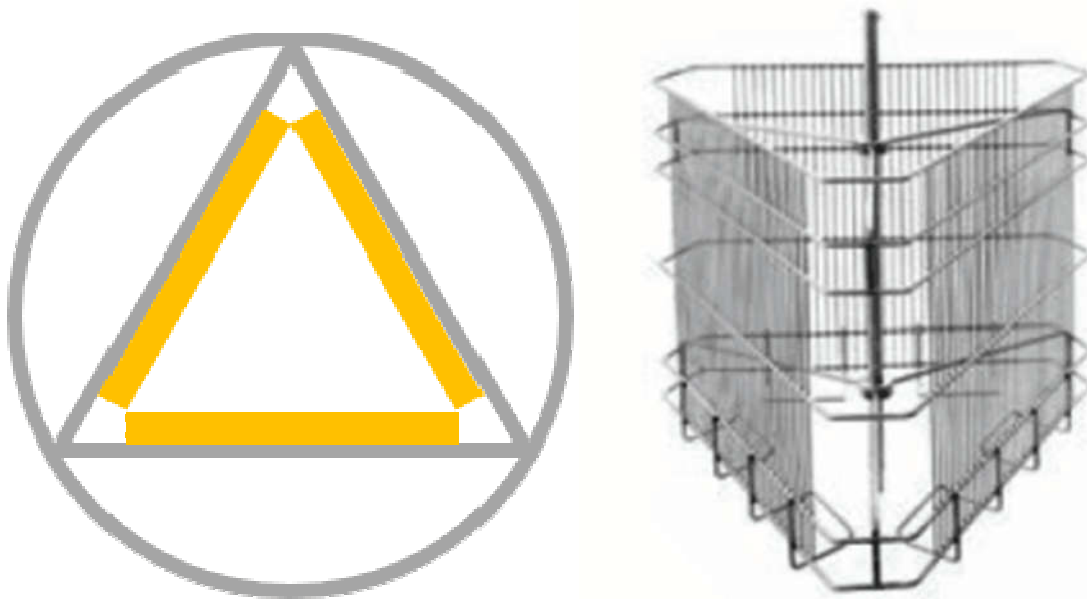
Постоји још једна врста тангенцијалне центрифуге која се понекад назива и реверзибилна, односно повратна. Ова центрифуга има љуљајуће корпе које држе оквире. Неки од извлакача у овој категорији захтевају од руковаоца да заустави извличивач и окрене корпе, док други имају кочницу.

Најбољи начин да се чешљеви или оквири осуше је одлагање истих на врх кошнице како би их пчеле очистиле.



Слика 9. Начин постављања оквира код тангенцијалне центрифуге [10]

Такође су доступне тангенцијалне корпе за извлачење без средње осовине, што омогућава окретање оквира без вађења из коша. Тангенцијалне центрифуге најчешће су израђене од квалитетног нерђајућег челика. Поред овог концепта постављања корпи код тангенцијалних центрифуга постоји и троугласти тип, приказан сликом 10. Од четвороугаоног (слика 9) разликује се само по броју рамова које је могуће убацити. Док је код четвороугаоног типа могуће убацити максимално 8 рамова, уколико се ради о двоструким корпама, код троугластог је могуће максимално 6.



Слика 10. Тространо постављене корпе код тангенцијалне центрифуге [15]

Дно је нагнуто према излазу, што омогућава меду да се лакше и потпуније одводи из екстрактора.

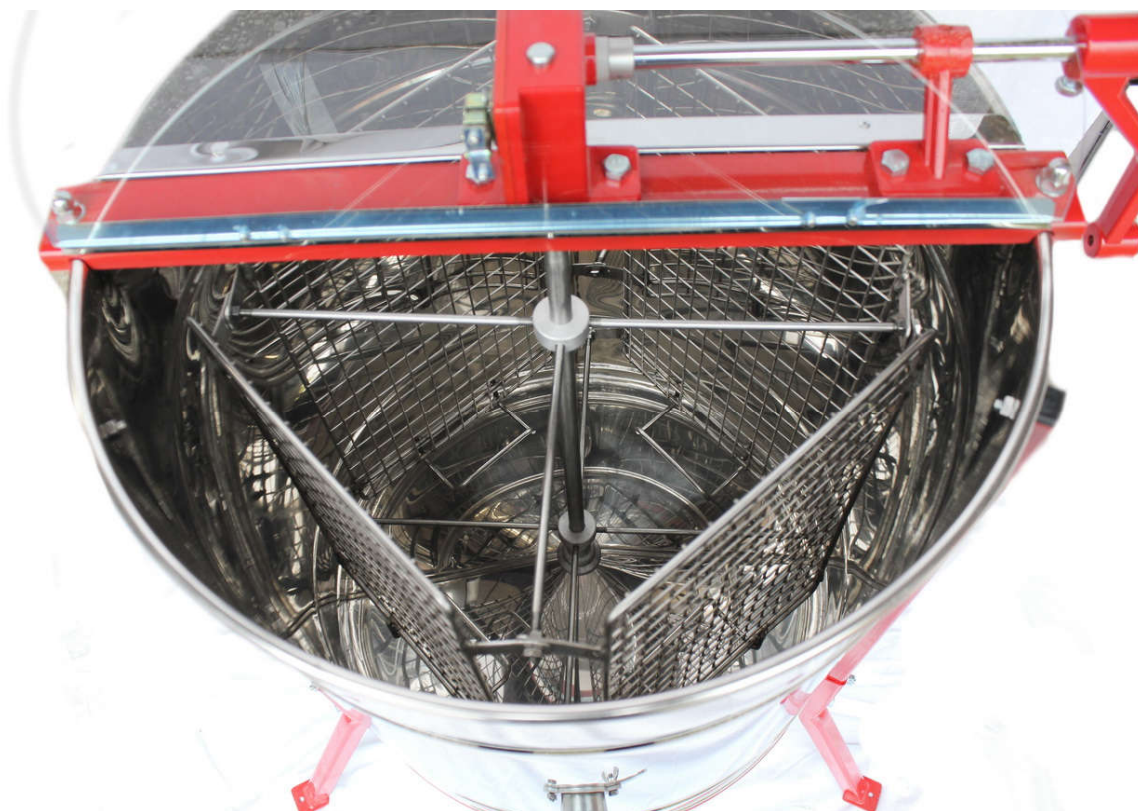
Чишћење екстрактора меда је једноставно. Сви делови за вађење меда који долазе у контакт са медом направљени су од материјала погодних за управљање храном и добили су одговарајући сертификат. Поклопац од акрилног стакла омогућава праћење процеса екстракције.

Екстрактори имају изузетно робусне и стабилне ноге. За лакши транспорт могу се уклонити ноге свих уређаја за вађење меда.

Тангенцијална центрифуга (слика 11) се користи тако што се најпре откаче оквири за кошнице са медом и поставе тангенцијално у центрифугу као на слици 9 или 10. (за одвајање саћа може се употребити назубљени или врући нож). Након што се попуни кош ектратора потребно је да се покрије врх центрифуге. На већини центрифуга користе се провидни поклопци како би се лакше пратио сам процес цеђења.

Након провере да је славина затворена може се покренути погон (заокретањем ручице или укључивањем мотора уколико је електрични погон). Најбољи начин вађења меда тангенцијалном центрифугом је метода 50-100-50, при чему пчелар извлачи 50 % меда са једне стране чешља, а након окретања оквира и других 50% са друге стране.

При завршетку посла, потребно је уклонити оквири из којих је извађен мед. Често испуштање меда из екстрактора је пожељно да не би дошло до накупљања меда и успоравања ротације центрифуге [9].



Слика 11. Тангенцијална центрифуга [11]

Радијални екстрактори меда имају корпу дизајнирану тако да се оквири кошница налазе са горњом шипком окренутом споља. Радијална концепција је погодна за пчеларе чији мед је ниске или средње вискозности. Они примењују центрифугалну силу на оквири кошница које су постављене супротно од смера гравитације. Радијалне врцаљке се препоручују за полу-професионалне и професионалне пчеларе. Предности ове врцаљке се састоје у томе што се у кош може поставити велики број рамова, који током процеса врцања меда не захтевају вађење из коша и окретање, будући да кош може ротирати у оба смера.

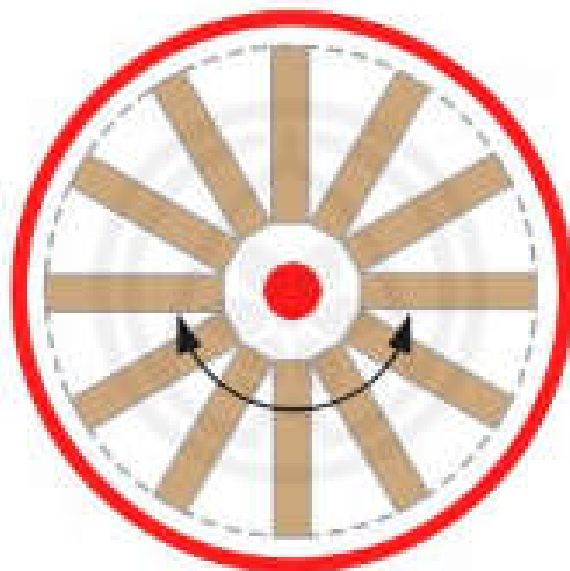
Радијална центрифуга има оквири смештене по радијусима (слика 12). Врх оквира је прислоњен према центру извлакача, омогућавајући тако ћелијама оквира да се нагну према спољашности. Уз помоћ радијалног екстрактора, мед се истискује са обе стране оквира истовремено. Нема разлога за заустављање и преокретање правца. Међутим, векторске силе из ћелија на супротним странама оквира су различите због центрифугалне силе која делује на оквири.

У врућим климатским условима познато је да се чешаљ пчелињег воска нових оквира урушава на горњој траци. Концепција са дуплим постављањем оквира има и одређених непогодности. Чини се да би цеђење меда од 24 оквира, уместо 12 у свакој корпи, брже извршило вађење. Међутим, сваки циклус се мора окретати дуже због додатних оквира

и тиме повећавају шансе за проблемом недовољне равнотеже или исклизнућа оквира са места. Недовољно уравнотежење екстрактора може довести до хабања лежаја, а неке од тих лежаја је веома тешко наћи [16].

Неки од првих радијалних екстрактора је „Wapunketa“ екстрактор. Ова центрифуга била је много испред свог времена јер је била прва са два оквира. Људи су је у почетку користили као центрифугу са једним оквиром јер има само једну корпу, међутим корпа је била широка 30,48 cm тако да су се могла убацили или два плитка оквира или два оквира али до пола.

Сви радијални усисавачи меда такође се могу испоручити са доњим грејачем. Ова посебна надоградња екстрактора врло је корисна кад год се екстракција или чишћење екстрактора одвија неколико дана заредом. Омогућава меду да се брже одводи из екстрактора, а такође и кроз цедила.



Слика 12. Начин постављања оквира код радијалне центрифуге [10]

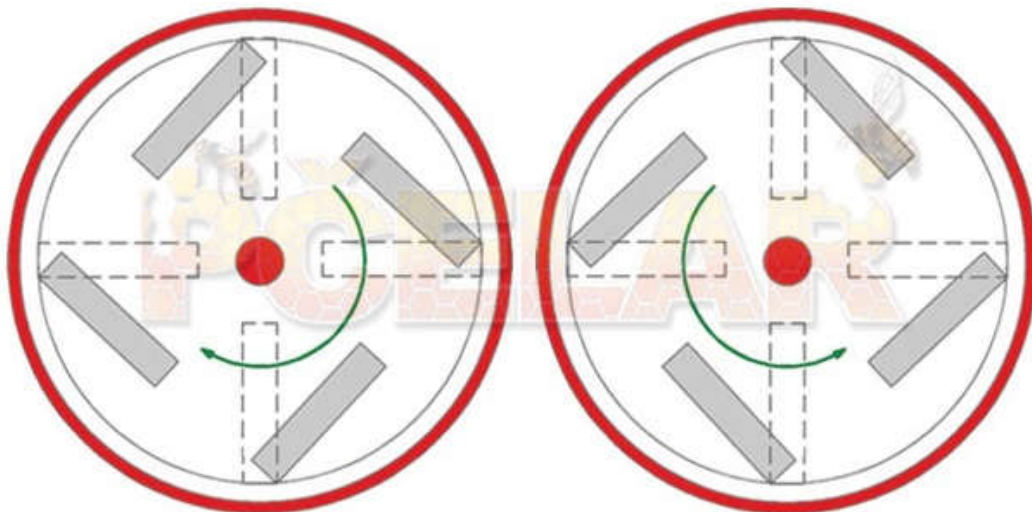
Пчелари све више користе електричне ножеве за отварање који се равномерно греју и чине отклањање саћа лакшим. Потребно је ставити неотворене рамове у радијалну центрифугу тако да горња трака рама буде окренута навише. Након уравнотежења оквира екстрактор се затвара и укључује.

Радијалне центрифуге меда (слика 13) заузимају више простора од тангенцијалних екстрактора. Доста су бржи од тангенцијалних екстрактора и треба им мање времена за потпуно вађење меда. Постоје мали и велики радијални екстрактори меда. Могу истовремено центрифугирати од 4 до 100 рамова. Већи радијални екстрактори меда одлични су за индустријско пчеларство.



Слика 13. Радијална центрифуга [11]

Касетне центрифуге су намењене за полупрофесионално и професионално бављење пчеларством. Рамови са медом се стављају у касете које су самоокретне и ротирају се у оба правца те захваљујући томе рамови се не морају vadити из кошева ради окретања током процеса врцања, што је приказано сликом 14.



Слика 14. Начин постављања оквира код касетне центрифуге [10]

Касетна врцаљка је намењена раду са рамовима LR стандарда и у врцаљку се могу сместити 4 рама. Рамови са медом се стављају у касете које су самоокретне и ротирају у оба правца (реверзибилне) те захваљујући томе рамови се не морају vadити из кошева

ради окретања током процеса врцања. Овај тип врцаљке омогућује велику брзину ротирања коша, без пуцања и ломљења саћа.

Врцаљке се израђују од материјала сертификованог за употребу у прехранбеној индустрији – прохромског лима квалитета AISI304 (киселоотпорни, антимагнетни прохром).

У стандардној понуди врцаљка има: прохромски кош и обруч, једну прохромску славину, поликарбонатни транспарентни поклопац и масивне прохромске ногаре[10].

На слици 15 може се видети пример савремене касетне центрифуге са електромотором и провидним поклопцем.



Слика 15. Касетна центрифуга [11]

Подела центрифуга за мед извршена је и према врсти погона. С тога могу бити ручне или електричне.

Електрични екстрактор меда користи струју за центрифугирање рамова који су причвршћени на централну осовину која се налази на средини коша. Има електромотор који се напаја струјом тако да може окретати оквире одређеном брзином.

Брзина се контролише како не би дошло до окетања оквира великом брзином да се не оштети чешаљ са медом. Електрични екстрактор меда је најбоља опција за велике комерцијалне пчеларе, јер су брзи и не треба им пуно енергије за рад. Велике компаније са медом користе електричне извличиваче због погодности коју такви екстрактори нуде.

Предности електричних центрифуга (слика 16) за мед у односу на ручне:

- Електрични екстрактори меда могу се користити за вађење великих количина у много бржим временским периодима.
- Лаки су за управљање.
- Бржи су у поређењу са ручним екстракторима.
- Могу га користити велике компаније за вађење меда.



Слика 16. Центрифуга за мед са електромотором [9]

Уколико центрифуга нема електромотор тада се ради о ручном погону (слика 17). На центрифуги се налази ручица којом се покреће процес цеђења меда. Одсуство електромотора је једина разлика, јер има и бубањ који има осовину на коју се могу причврстити оквири за цеђење. Већина ручних екстрактора може да држи од два до око четири оквира.

Предности ручних центрифуга за мед:

- Може се користити за вађење меда чак и тамо где нема извора електричне енергије.
- Осигурава да осетљиви чешљи од воска не буду оштећени, јер се брзина центрифуге руком може лако контролисати.
- Економичнија је.



Слика 17. Центрифуга за мед са ручним погоном [9]

Ове машина су дизајниране за употребу у било које доба дана, без обзира на температуру или временске прилике.

Центрифуга за мед се користи и у индустријама за производњу меда, при чему су заступљене центрифуге са јачим електромотором и већим капацитетима. Цена центрифуга за мед креће се од 15 000 динара (са 4 рама) па све до 300 000 динара (12 рамова). Цена, такође, зависи и од тога о ком типу центрифуге је реч.

Неки од највећих произвођача у Србији су Финанс доо, Радомед. Што се тиче страног тржишта најпопуларији је фински произвођач „PARADISE HONEY“ као и „LOGAR“.

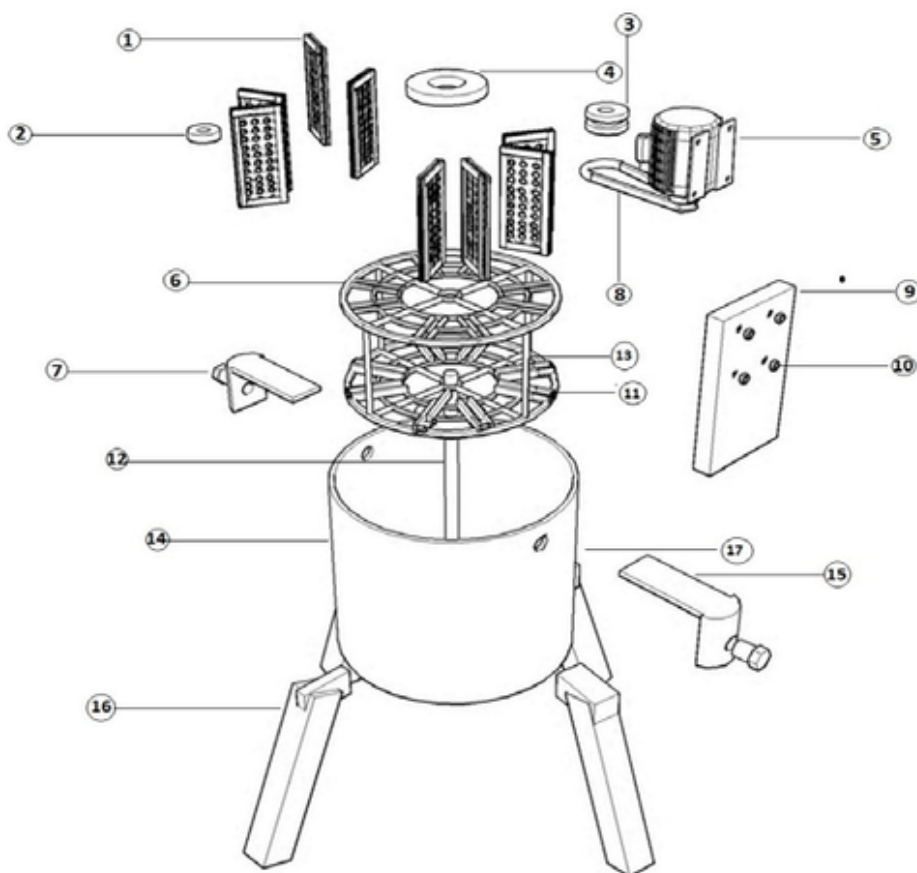
Конструкција центрифуге за мед је прилично поједностављена па је може направити свако ко има мало техничког знања и довољно материјала. Употреба, односно, коришћење исте је, такође, једноставно те није потребна посебна обука већ је довољно упутство од стране произвођача.

3. Анализа постојећих конструкцијских решења центрифуга за мед

Центрифуга за мед се конструкцијски изводи тако да својом центрифугалном силом исцеди мед из рамова. Бубањ држи кош са оквирима који се ротира и избацује мед из чешља. Помоћу ове методе чешаљ од воска остаје нетакнут унутар оквира и пчеле га могу поново користити. Овај концепт је веома важан за пчеларе. У основи је електрична машина, а различите компоненте су направљене од доступних и приступачних материјала.

Пчеле покривају напуњене ћелије воском. Постоје различите врсте машина за вађење са електричним погоном. Машина за вађење меда је или тангенцијална или радијална, зависно од тога како се оквири убацују у корпу.

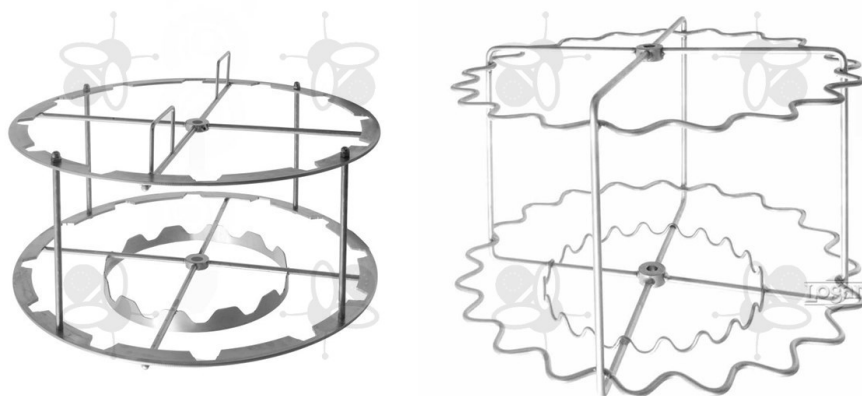
Центрифуга за мед састоји се из следећих компоненти (слика 18): оквира (1), корпе (13), носача оквира (6), лежаја (2), кућишта лежаја (4), носача, држача завртњева (7), каиша (8), постоља мотора (9), електромотора (5), централне осовине (12), славина (17), катура (3), бубња (14), држача оквира (11), стопица (16), завртња и навртке (10), заштитне греде (15).



Слика 18. Делови центрифуге за мед [12]

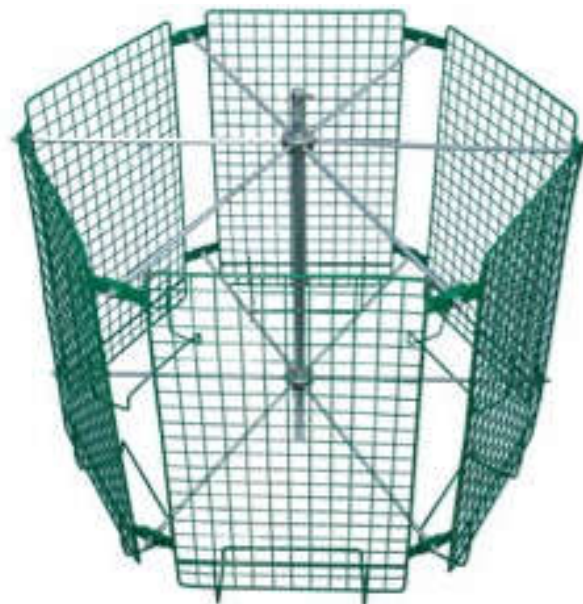
Компоненте су међусобно повезане тако да образују склопове као што су кавезни склоп, склоп погонског вратила, склоп ручке и склоп суда. Наведени подсклопови се даље повезују тако да дају образују једну јединицу.

Бубањ, у коме су смештени кош као и цео систем, је израђен од слабијег челика. Кош се уграђује тако да се уколико дође до некаквих проблема лако може заменити. Неке од различитих концепција кошева приказане су сликама 19 и 20.



Слика 19. Кош центрифуге [15]

Стара вадилица меда се може надоградити новом корпом од нерђајућег челика. Када се наручује или купује корпа потребно је дати димензије унутрашњег пречника и висине цеви. Такође, одређене фирме праве и одговарајуће корпе по жељи купца, а тада је потребно дати тачне димензије тренутног коша.



Слика 20. Кош центрифуге [13]

Осовина је шипка која је заварена за челични метални облик око ког ротира обруч. Лежај је заслужан за обртно кретање осовине. Уместо заваривања могу се користити завртњи

и навртке. Оквир за чешаљ помаже у чврстом држању меда и чешља. Током окретања осовине, мед се вади из рама остављајући медени восак. Славина (слика 21) се монтира на дну бубња са стране. Омогућује меду да тече из центрифуге у одређене посуде.



Слика 21. Славина [13]

Дрвени држачи оквира су кружног облика са простором радијално и тангенцијално причвршћеним за обруче. Плочице такође помажу при ротацији оквира чешља са медом како не би дошло до отпадања меда током цеђења. Мрежа је чврсто причвршћена на обе стране дрвеног оквира. Мрежа помаже да се одвоји мед од чешља. Сталак или носач држе све компоненте центрифуге. Кућиште лежаја се уграђује ради једноставнијег постављања лежаја.

Ремен се користи за пренос снаге, коју електромотор производи, до осовине и других компоненти машина за вађење меда. Електромотор је главни покретач струје и осовине ременице. На слици 22 приказан је мотор за центрифугирање меда од 110V са гредом за осовину пречника 52 cm.

Мотор је наизменичне струје и може се повезати са (UK) 110 V електричном утичницом или са европском електричном утичницом од 240 V. Прекидач је постављен директно на мотор. Помоћу контролне ручице одређује се смер ротације и брзине удесно и улево. Пренос има редукцију брзине од 10:1.

За избор одговарајућег електромотора потребно је најпре одредити потребну снагу коју захтева машина, затим из одговарајућег каталога изабрати стандардни електромотор.



Слика 22. Пример електромотора [16]

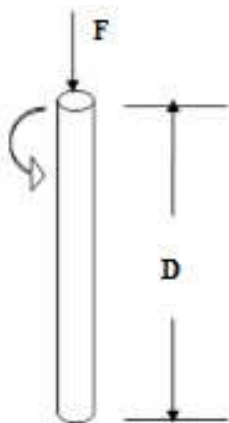
Уколико се ради о мануелном екстрактору погон се ручно покреће управљачком ручицом (израђеном од металне шипке обложене гуменим материјалом на месту руковања ради лакшег намотавања) (слика 23.). Ручни погон функционише тако што се на главну осовину поставља продужени део управљачке ручке преко које корисник покреће ротацију коша односно процес цеђења меда.



Слика 23. Управљачка ручица [13]

Цео систем ради по принципу центрифугалне силе. Да би се добила потребна центрифугална сила при којој ће систем ротирати око његовог центра, примењује се формула: $F_c = mv^2/r$ где је F_c = центрифугална сила, m = маса ротирајућег система, v

= брзина ротирајућег система ($v = \omega r$, где је ω = угаона брзина ротирајућег дела r) и r = радијус ротирајућег система. Лежај је компонента која се бира из каталога. Избор лежаја зависиће од мера осовине. Унутрашњи пречник лежаја мора одговарати пречнику осовине. Код осовине најбитнији је прорачун обртног момента као и момента савијања [18].



Слика 24. Деловање силе на осовину [13].

Код прорачуна преносника потребно је одредити дужину, дебљину и дизајн ремена и ременице. Уколико се занемари проклизавање тада се ременица прорачунава следећом формулом: $n_1 \cdot D_1 = n_2 \cdot D_2$. где је, n_1 = број обртаја мотора, D_1 = пречник погонске ременице (mm), а n_2 = број обртаја гоњене ременице (o/min) и D_2 = пречник гоњене ременице (mm) [12].

Делови који су у контакту са медом морају бити направљени од нерђајућих или тврдых ПВЦ материјала. Да се промени (обично смањи) брзина електромотора врцаљке користе се пужни преносници. Пужни преносник има мирнији и тиши рад и због тога је чешће у употреби.

Сви произведени делови су спојени или причвршћени у склоп. Операције које се обављају при спајању укључују закивање, затезање, постављање лежаја под притиском и заваривање. Идејни дизајн је комбиновани склоп за екстракцију меда и процесор, који ће такође деловати као резервоар за таложeње и филтрирање.



Слика 25. Склоп радијалне центрифуге [14]

Све операције вађења, обраде, таложења и филтрирања меда које су се обично обављале преко четири различите опреме изведене су у овој јединици (комбиновани склоп екстрактора меда и процесора). Опрема је прилагођена деловању центрифугалне силе тако да извлачи мед из чешља и обрађује га индиректним загревањем кроз медијум за пренос топлоте и таложењем и филтрирањем у истој јединици за паковање.

Екстрактор меда дизајниран (слика 25) је и направљен користећи лако доступне материјале како би се смањили трошкови производње машине. Машина је преносива и може се управљати без посебне обуке или техничког знања.

Важно је да се одабере центрифуга за мед која одговара оквирима. Због различитих система оквира, најбоље је пре куповине проверити стварну величину оквира и дати те податке произвођачу.

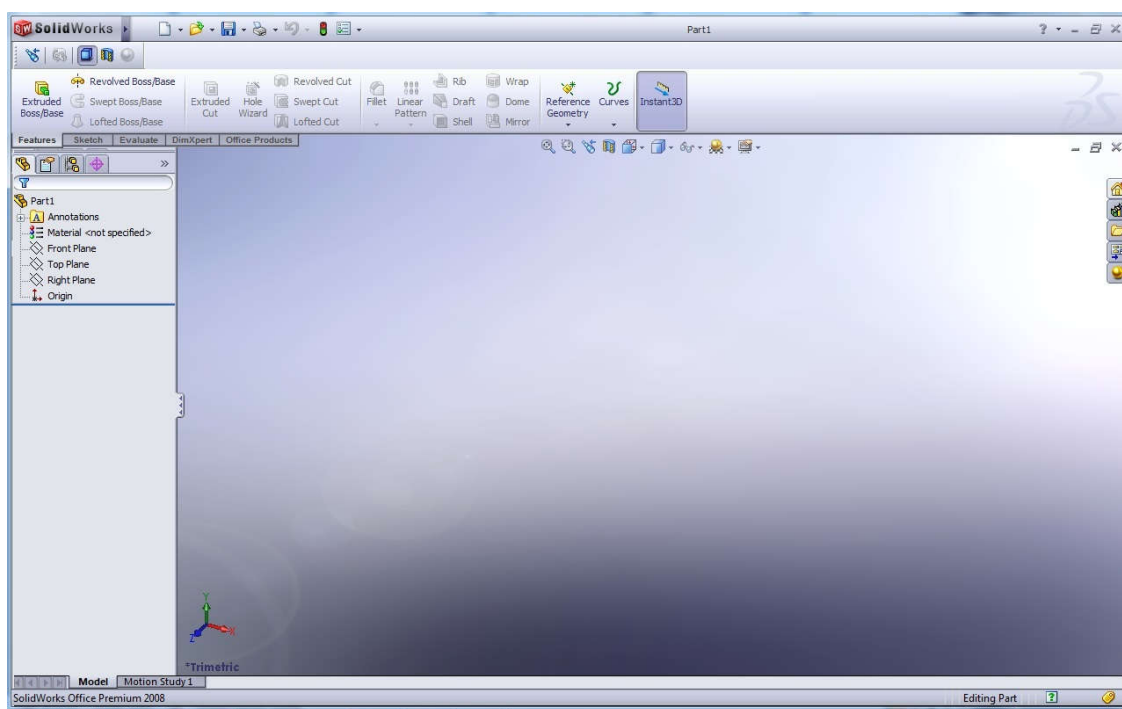
Произвођач LOGAR својим купцима нуди шаблон за израчунавање тачних димензија оквира како при куповини не би дошло до погрешног избора центрифуге. На слици 26 може се видети шаблон овог произвођача.

4. Израда 3D модела центрифуге за мед

3D моделирање је поступак креирања математичке презентације неког тродимензионалног објекта. Кроз поступак 3D моделирања добија се 2D слика 3D модела из једне перспективе, или као алтернатива 3D модел се може користити као прототип у стварној графичкој симулацији [14].

Оваква врста графичке технологије настаје уз помоћ рачунара, а бави се манипулацијом и креирањем визуелног садржаја.

За израду 3D модела центрифуге за мед коришћен је SolidWorks програм за моделирање. Овај програм се састоји из три модула. CAD – део програма у ком је омогућена израда делова склопа, а затим и склапање истог, поред тога може се направити и техничка документација потребна за модел. CAM – омогућује симулацију добијања одређеног дела, као и израду NC кода. CAE – врши анализу напонског стања модела [17].



Слика 27. SolidWorks окружење

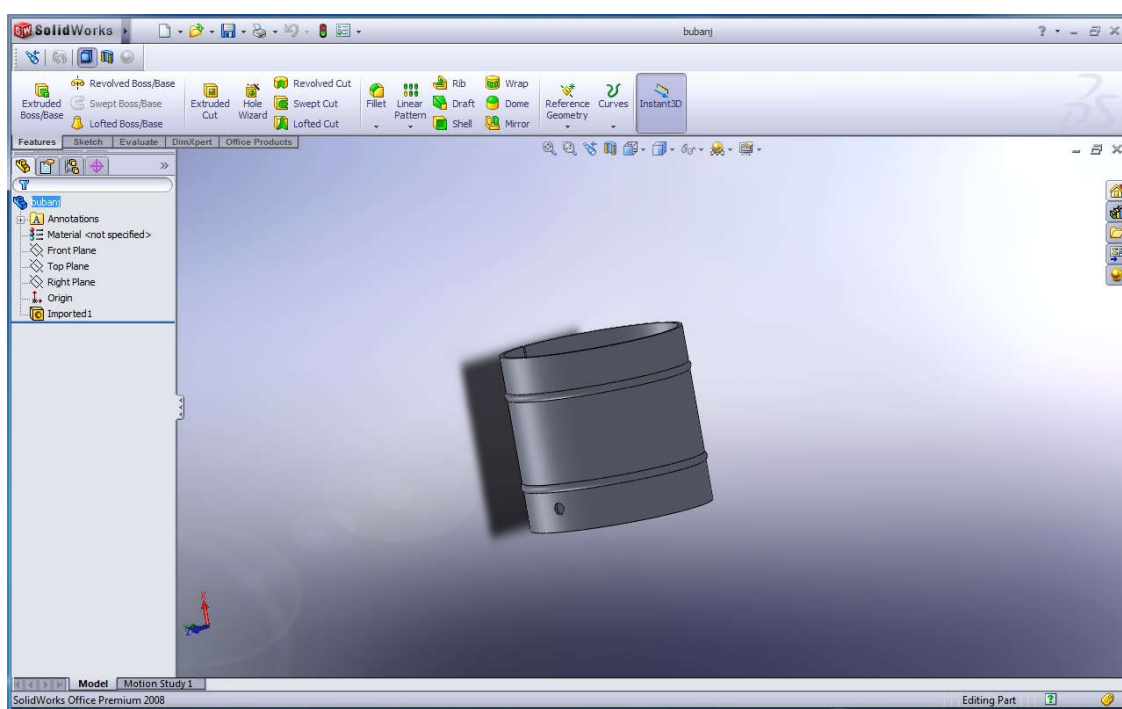
3D моделирањем су израђени поједини делови центрифуге као подсклопови, а затим су обједињени у главни склоп. У овом случају подсклопови су: осовина, славина као и ручка за управљање.

Модел центрифуге за мед који ће даљим текстом бити приказан састоји се из ножица, бубња центрифуге, горњег и доњег дела коша, једног убаченог рама, осовине, дна центрифуге, слаvine и дела за управљање.

Прво се у делу за скице праве скице делова односно једноставнијих фичера, а затим се алатима који су програмом на располагању попуњавају материјалом и обликују. Након тога праве се подсклопови како би била олакшана израда самог склопа.

Направљен је 3D модел центрифуге за мед са 9 рамова са ручним погоном.

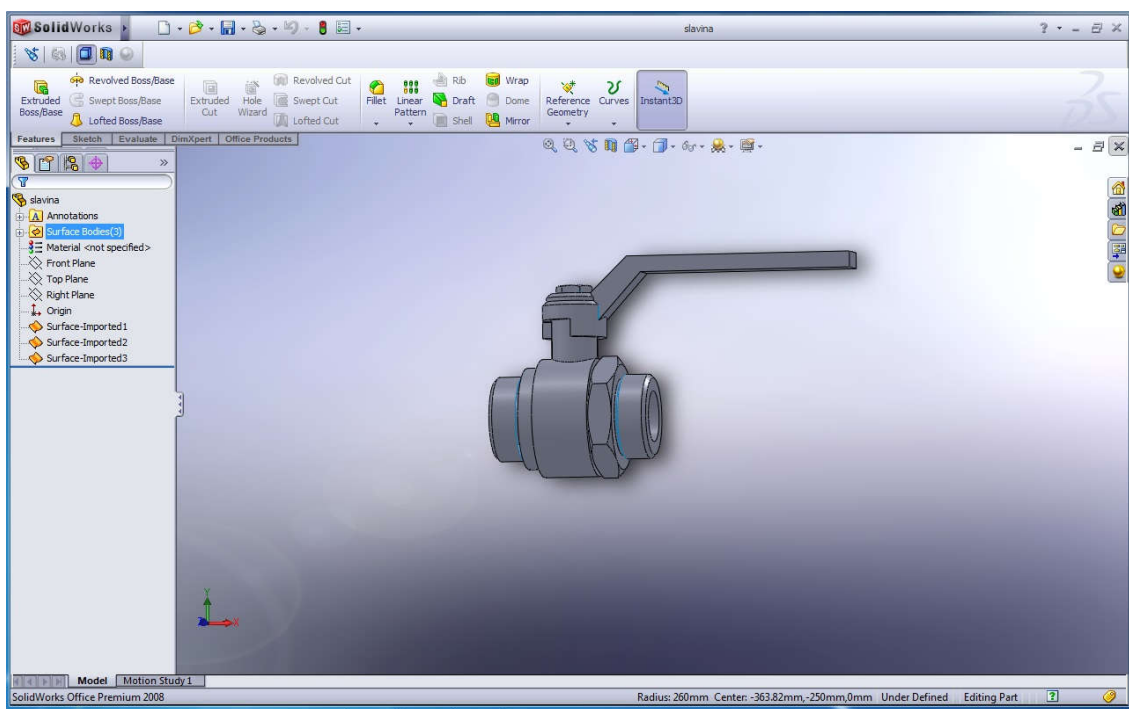
Бубањ је део у коме се налазе кош који садржи рамове. У овај модел убачен је један рам како би се приказало како функционише центрифуга за мед. Бубањ се изводи тако што се у делу за скице црта круг одређених димензија, затим попуни материјалом и избуши тако да се добије одређена дебљина зида бубња. На дну бубња са стране оставља се отвор за славину.



Слика 28. Бубањ центрифуге

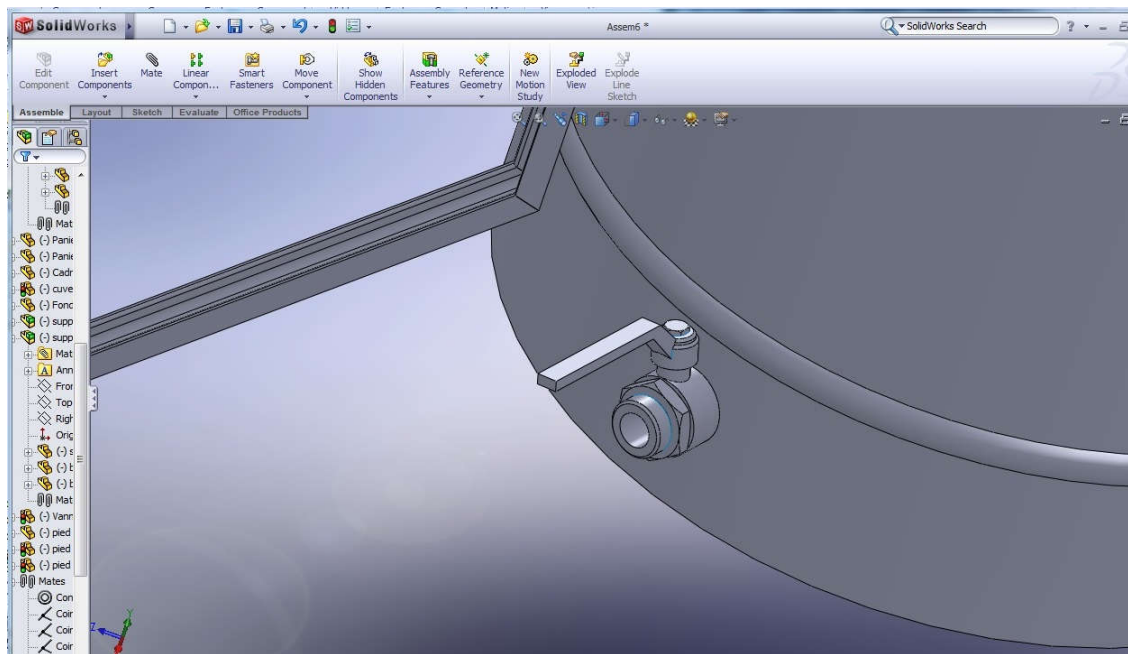
Славина се уграђује на бубањ како би мед након центрифугирања истицао у сито и одређене посуде за даље одлагање меда. Славина се изводи као посклоп стандардних делова и делова изведених доступним алатима.

Мед до славине долази захваљујући купастом дну. Захваљујући томе, добија одређени пад и слива се ка славини. Ово је једна могућност извођења центрифуге. Друга би била да буде равно дно, али да славина буде одоздо, односно на дну центрифуге.



Слика 29. Подсклоп славине

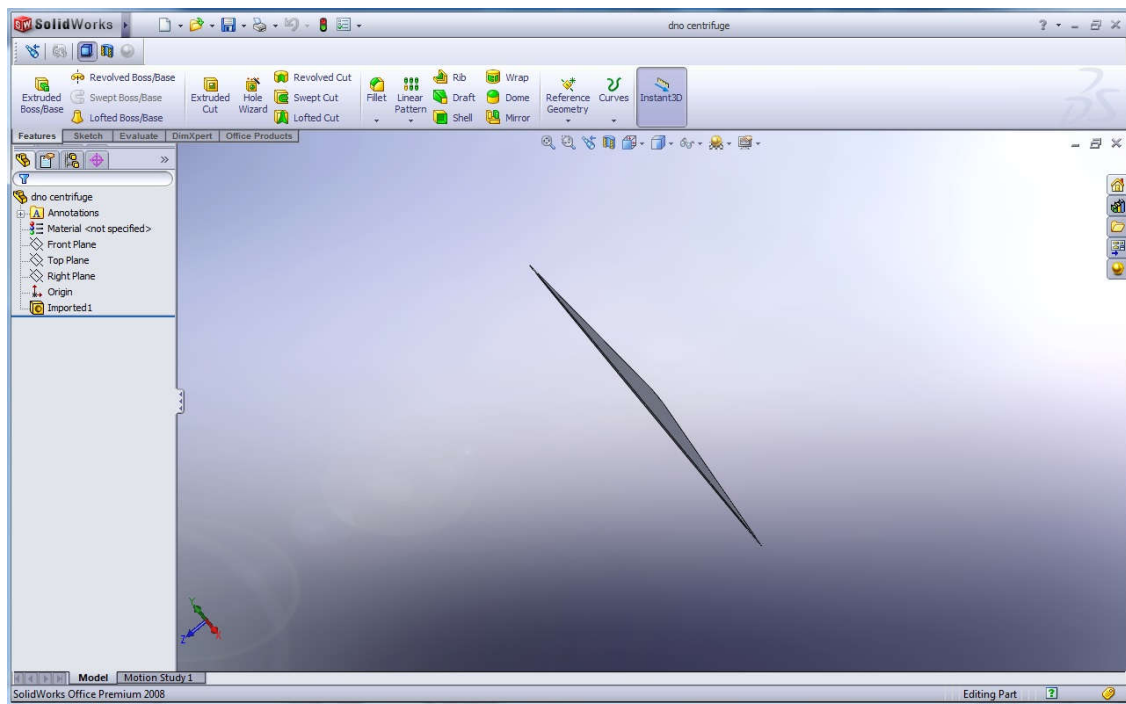
Сликом 30 је приказано како је подсклоп славине монтиран на бубањ. Помоћу алата „mate“ из програма SolidWorks састављени су славина и бубањ.



Слика 30. Монтирање славине на бубањ

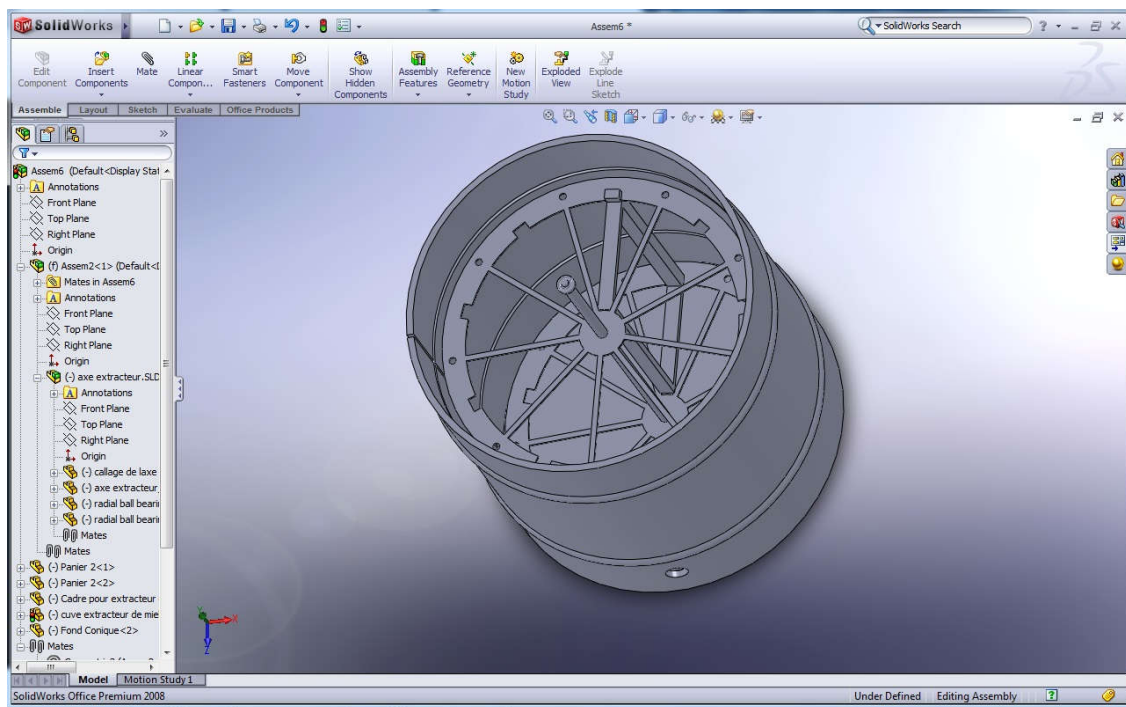
Дно центрифуге може бити израђено заједно са бубњем, а може се и накнадно монтирати на бубањ.

На слици 31 се види како треба да изгледа дно центрифуге из профила када се славина налази са стране бубња.



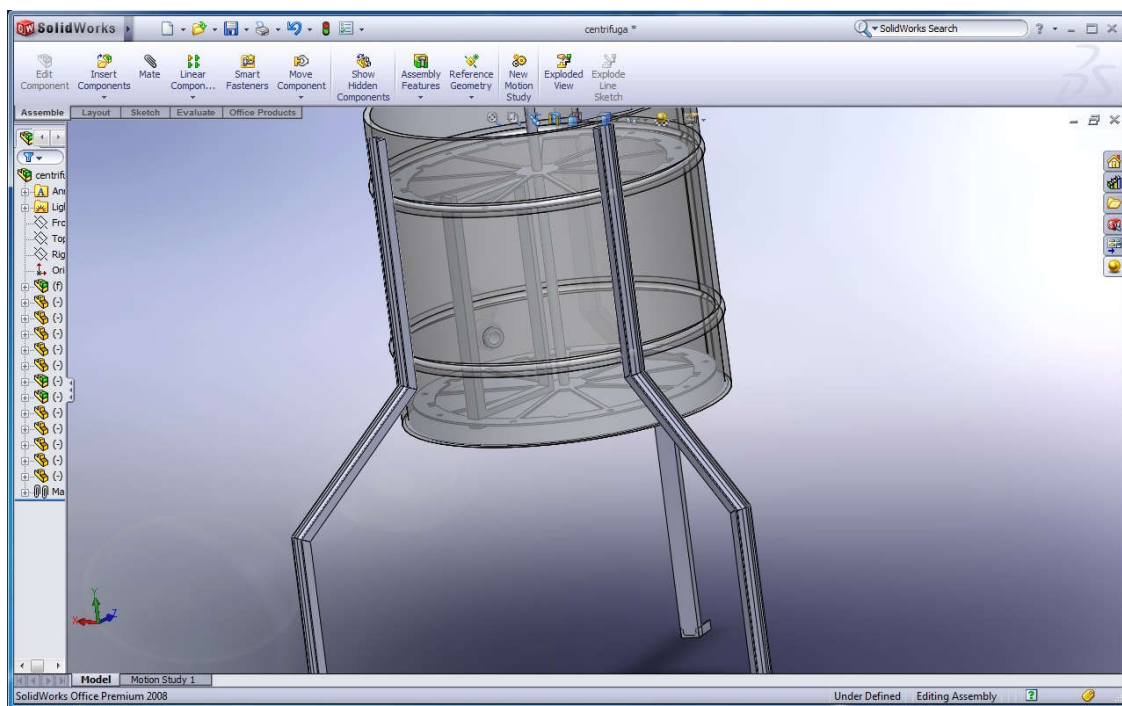
Слика 31. Дно центрифуге

У унутрашњости бубња налазе се кош, и осовина. У кош овог модела убачен је један рам како би се лакше обаснила функција коша. Ова центрифуга предвиђена је за 9 рамова.



Слика 32. Унутрашњост центрифуге

Такође, програм SolidWorks нуди опцију промене текстуре и боје дела у склопу тако да се на више начина може приказати унутрашњост бубња. Уколико се подеси да бубањ буде провидан видеће се потребни делови унутар истог.

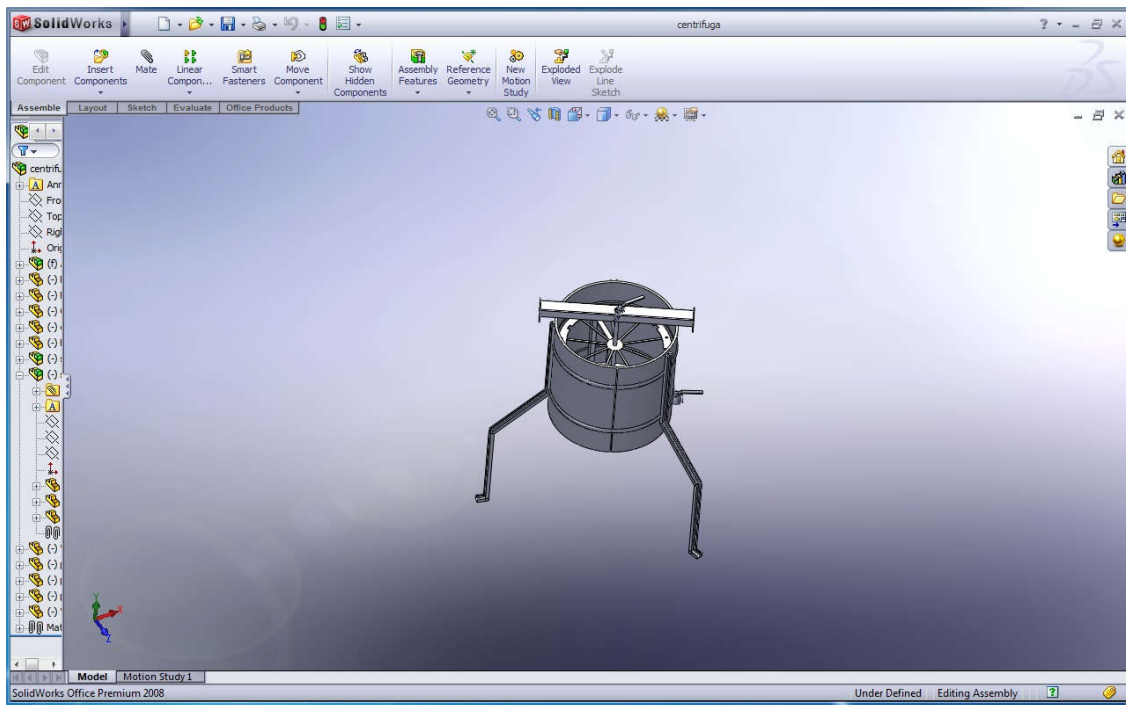


Слика 33. Унутрашњост центрифуге

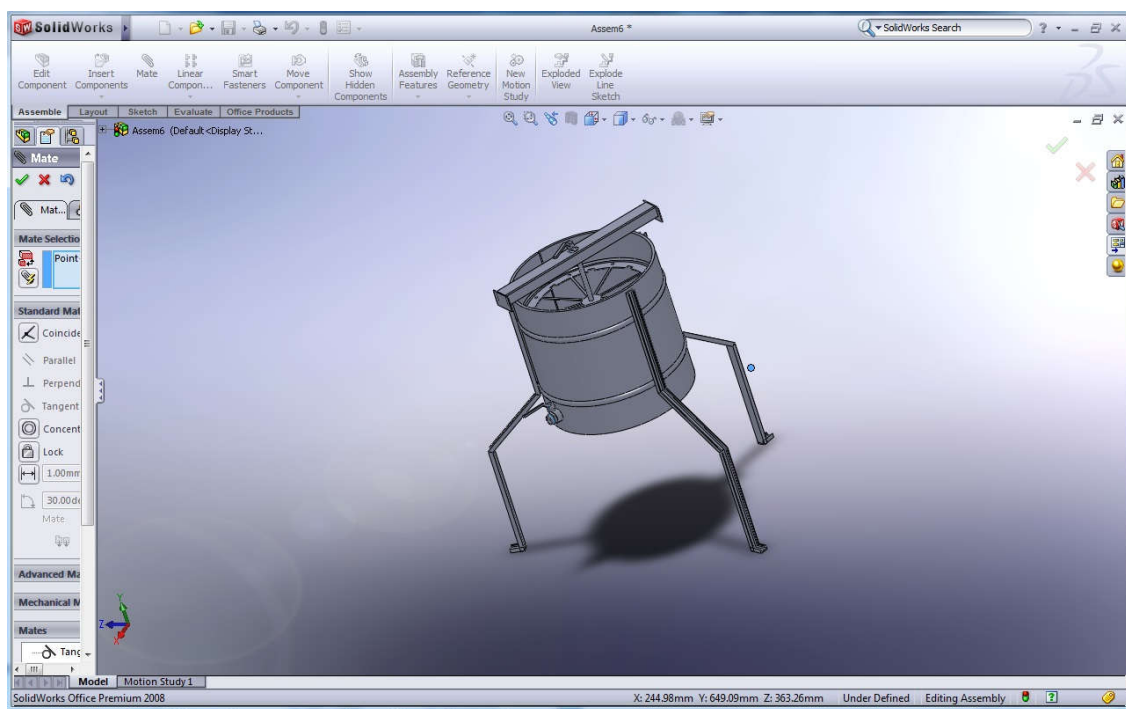
Склоп центрифуге за мед приказан је сликом 34 и 35. Моделирана је центрифуга са ручним погоном. Ручно вађење меда има уграђену ручну радилицу која се користи за окретање оквира.

Предности ручних екстрактора су у томе што су јефтинији и може се вадити мед без потребе за извором напајања. Ручни екстрактори углавном одговарају људима којима је пчеларство хоби и имају мање од 10 кошница.

Када се говори о унапређењу модела, могуће је променити погон машине, тако да се уместо ручке може уградити електромотор уз додатке потребне за овај вид погона и тиме побољшати механизам. Овај вид погона чешће користе пчелари са већим бројем кошница због многобројних погодности и брзине вађења меда.



Слика 34. Склоп центрифуге за мед



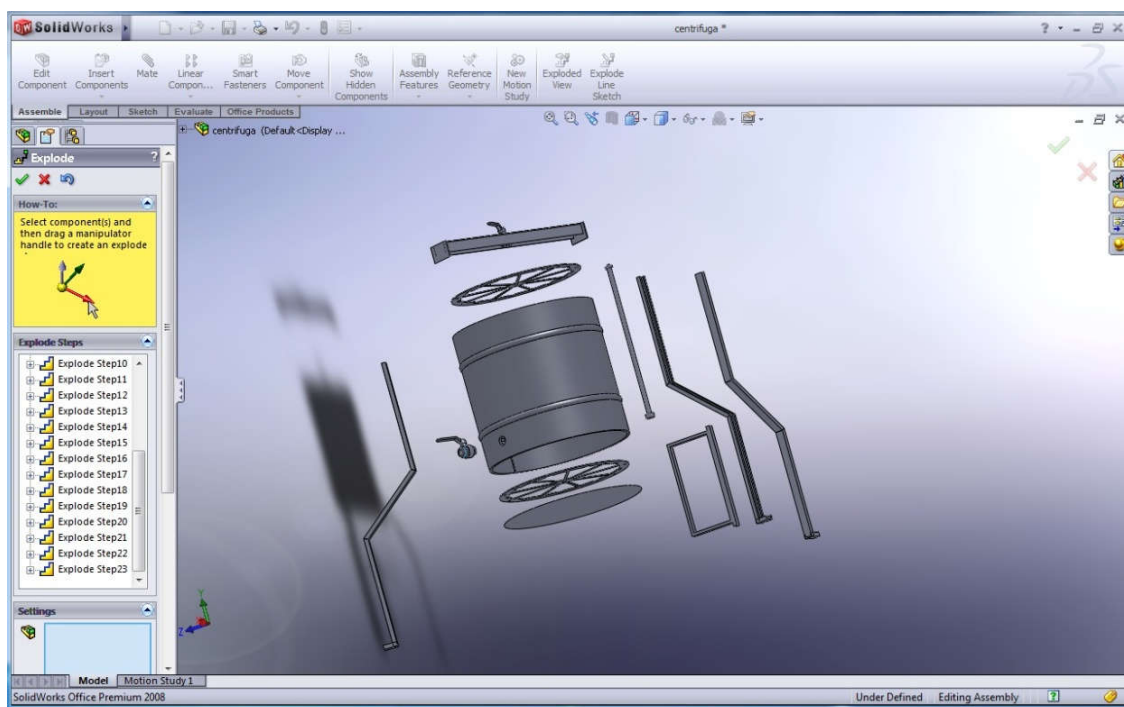
Слика 35. Склоп центрифуге за мед

Склоп центрифуге је приказан из више углова како би се видели сви делови као и начин склапања истог. Реч је о радијалној центрифуги код које су оквири радијално постављени.

Да је било потребно више рамова унутар центрифуге могуће је удвостручити кош, односно на сваку корпу би ишло два рама, па би ова концепција од 9 рамова могла бити са 18 рамова.

Међутим, за тај број рамова било би потребно уместо ручног погона додати електрични.

Алатом „exploded view“ склоп је растављен на делове и подсклопове (слика 36.).



Слика 36. „Exploded view“ склопа

„Exploded view“ је алатка која се користи на следећи начин. Прво је потребно означити делове склопа које је потребно раздвојити, након тога у радном простору се појављује координатни систем. Означени део се може повлачити по свакој оси у оба смера.

Израда 3D модела производа применом CAD технологије смањује трошкове развоја, убрзава рад стварне израде центрифуге, смањује време припреме производње (технологија обраде, избор алата..) помоћу CAM технологије. Приказани су поступци израде одређених појединачних делова и монтажних подсклопова. Због већег броја појединачних делова није приказан поступак моделирања свих елемената. Издвојени су делови и подсклопови чију намену и функцију је било потребно објаснити и накнадно показати ван склопа центрифуге. Као још један вид побољшања модела било би постављање провидног поклопца. Такође је могуће мењати спољашњи излед центрифуге у виду промене боје бубња или постља односно ножица центрифуге.

Закључак

У оквиру овог рада приказана је конструкција центрифуге за мед од првих, најједноставнијих до савремених компликованијих концепција. Традиционалан начин цеђења меда изводио се све до краја 19. века, када је Фрањо Хрушка дошао до првих конструкција центрифуге. Касније пчелари су схватили да је центрифугирање меда уједно и много ефикаснији начин цеђења меда.

Кроз године, центрифуга је унапређивана све до данашњих дана. Данас постоје центрифуге са великим бројем рамова како би процес цеђења меда био што бржи и ефикаснији.

Подела центрифуга се врше према начину постављања рамова у корпе и према врсти погона. У зависности од количине кошница коју пчелар поседује бирају се одговарајуће центрифуге. Могу бити радијалне, тангенцијалне и касетне. Према погону деле се на ручне и електричне.

За професионалне пчеларе препоручују се радијалне центрифуге јер оне могу имати велики број рамова. Такође, бољи избор су центрифуге са електромотором, код којих електрични погон преко редуктора врши директно окретање осовине коша. Уколико се ради о квалитетнијим центрифугама тада се контола рада мотора врши преко фреквентног контролера. Још једна предност радијалних врцаљки је та што није потребно окретати рамове јер кош ротира у оба смера.

У раду је описана конструкција постојећих центрифуга за мед и извршена је анализа истих. Главну улогу у цеђењу меда игра центрифугална сила која својим дејством истреса мед из рамова.

Неки од најзначајнијих делова центрифуге су: бубањ, славина, осовина, кош, стопице, итд. Сваки део се посебно израђује, склапа у подсклопове, а након тога саставља се главни склоп. Постоје различите конструкције центрифуге. Једна од разлика може бити дно центрифуге које може бити купасто или равно, при чему се закључује да је купасто повољније због свог облика јер се мед слива до славине.

Анализирањем досадашњих конструкција центрифуге израђен је модел центрифуге са 9 рамова и ручним погоном. Ради се о радијалној центрифуги. Модел је рађен у SolidWorks програму за моделирање. Након анализа и израде делова и подсклопова алатима овог програма одрађен је модел центрифуге за мед. Склоп се састоји из следећих подсклопова: осовине са лежајима, славине и ручице.

Овај модел има купасто дно и славину са стране како би се мед сливао до славине. Побољшање модела може се извршити у виду промене погона, како би се повећала ефикасност рада.

Литература

- [1] BeeKeepClub, Интернет страница: <https://beekeepclub.com/getting-started-beekeeping/what-is-beekeeping-the-beginners-introduction/>, приступљено 15.4.2020.
- [2] Tehnologija hrane, Интернет страница: <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnologija-proizvodnje-meda>, приступљено 16.4.2020.
- [3] ZOO, Интернет страница: <https://hr.zoo-club.org/516-what-kind-of-beekeeping-equipment-does-a-beginner-need.html>, приступљено 21.4.2020.
- [4] American Bee Journal, Интернет страница: <https://americanbeejournal.com/early-history-honey-extractor-america/>, приступљено 26.4.2020.
- [5] Антонић М, Како је настала центрифуга, часопис „Пчелар“, бр. 9,1998. год.
- [6] Fhruschka, Интернет страница: <https://www.fhruschka.cz/Medomet.aspx>, приступљено 30. 5.
- [7] Рчелар, Интернет страница: <https://pcelar.rs/online-prodavnica/oprema-za-vrcanje-meda/kade-za-otklapanje/0521-automatski-otklapac-saca/>, приступљено 12.6.2020.
- [8] Плавша Н, Недић Н, *Практикум из пчеларства*, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, 2015. год.
- [9] BeeKeepClub, Интернет страница: <https://beekeepclub.com/beekeeping-equipment/honey-harvesting-equipment/the-honey-extractor-all-you-need-to-know/>, приступљено 15.8.2020.
- [10] Рчелар, Интернет страница: <https://pcelar.rs/kategorija-proizvoda/vrcaljke-i-delovi-vrcaljki/>
- [11] Medikotim, Интернет страница: <http://www.medikotim.com/pcelarska-oprema/vrcaljke/tangencijalne-vrcaljke>, приступљено 23.8.2020.
- [12] Onwuamaeze I. P, Oluwayomi J, *Design and Construction of Honey Extractor*, Department Mechanical Engineering, Petroleum Training Institute, Effurun, Nigeria and Department of Mechanical Engineering, Federal University of Petroleum Resources, Effurun, Nigeria, 2018. год.
- [13] Evrotom, Интернет страница: <https://evrotom.org/product-category/oprema-za-pcelarstvo/centrifuge/>, приступљено 25.8.2020.
- [14] Hršak B, Čikić A, Brišić, *Izrada 3D modela vrcaljke za med*, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvatska, 2012,
- [15] Honey Extractors, Интернет страница: <https://www.honey-extractors.com/extractor-3fmotor-110wbarrel-52basket-37x48tangentialuniversal>, приступљено 27.8.2020.
- [16] BeeCulture, Интернет страница: <https://www.beeculture.com/using-your-extractor/>, приступљено 30.8.2020.
- [17] Чучковић Г, *SolidWorks и SolidCAM основе*, Београд, 2017. год.
- [18] Николић В, *Машински елементи, теорија, прорачун, примери*, Машински факултет у Крагујевцу, Универзитет у Крагујевцу, 2004. год.