

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Основе процесних апарата и постројења

Број индекса: 49/2007

Стевановић З. Немања

Постројење за добијање биодизела
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Милан Деспотовић

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да конструише постројење за добијање биодизела, прикаже поступак цеђења уља, као и процес трансестерификације, којим се из уља добија биодизел спреман за употребу.

Препоручена литература:

- [1] Милош Радаковић: Биодизел, биогаз, биомаса; АГМ Књига 2009
- [2] Динко Синчић: БИОДИЗЕЛ: Својства и технологија производње; Загреб 2008
- [3] www.psemr.vojvodina.gov.rs

Крагујевац, април 2012.

Ментор:

Проф. Др Милан Деспотовић

Резиме рада: Са порастом потрошње нафте, расла је и потреба за проналажењем горива које ће се производити из обновљивих, неисцрпних извора. Једно од таквих биогорива је биодизел. У раду је приказано постројење у коме се процесом трансестерификације добија биодизел из соје, састав биодизела, предности и мане биодизела у односу на дизел горива, као формирање цене биодизела.

Кључне речи: биодизел, биогориво, уље, соја, уљана репица, сунцокрет, трансестерификација

Summary: With the increased consumption of oil, consumers needed to find a fuel that can be produced from renewable sources. One of these biofuels is biodiesel. This paper presents the facility for producing biodiesel from soybeans, transesterification process, composition of biodiesel, advantages and disadvantages of biodiesel compared to diesel, and the prices of biodiesel.

Keywords: biodiesel, biofuel, oil, soybean, rapeseed, sunflower, transesterification

Садржај

1. УВОД	5
2. САСТАВ БИОДИЗЕЛА	8
3. ДОБИЈАЊЕ БИОДИЗЕЛА	10
3.1 Биодизел добијен из уљане репице	10
3.2. Биодизел добијен из соје	15
4. ПОСТРОЈЕЊЕ	17
5. ПРЕДНОСТИ И МАНЕ БИОДИЗЕЛА	23
5.1 Предности	23
5.2 Мане	24
6. ПОРЕЂЕЊЕ БИОДИЗЕЛ И ДИЗЕЛ ГОРИВА	25
7. ЦЕНА БИОДИЗЕЛА	26
8. ЗАКЉУЧАК	28
Литература	30

1. УВОД

Најзначајније обележје XX века свакако је апсолутна доминација нафте, као погонског горива за транспорт и механизацију.

Нафта је пре свега, значајна због велике топлотне моћи, приличне распрострањености налазишта и релативно једноставне експлоатације и манипулације. Погодна је за различите видове прераде па се из ње може добити широка лепеза производа за врло различите намене. Поред тога нафта је значајна сировина у хемијској индустрији. Са развојем индустрије, нарочито хемијске, потрошња нафте је све више расла, а њена цена на тржишту узроковала је економске поремећаје који су довели до поскупљења основних животних намирница што је неминовно довело до пада животног стандарда становништва, а свет неминовно поделила у две категорије, на оне који је имају и оне који је немају. Добија се из фосилних остатака, дакле необновљивих извора тако да стручњаци предвиђају скоро исцрпљивање њених извора, што је сврстало нафту у ред стратешких сировина. Због смањења светских резерви сирове нафте, пораста цена горива, као и сазнање о штетности продуката њеног сагоревања, најразвијеније земље које су уједно и највећи потрошачи нафте одавно су почели да развијају програме за производњу алтернативних горива. Та горива би смањила употребу нафте и представљала можда чак и њену потпуну замену и то кроз употребу алтернативних извора енергије који се добија од обновљивих извора.

Алтернативна горива тзв. биогорива, односно горива добијена из биомасе ће имати велику употребу у будућности. Једно од алтернативних горива које се добија из обновљивих извора, свакако је биодизел. Биодизел је комерцијални назив за *метил – естар* (ME) без додатог минералног горива. Биодизел је стандардно течно неминерално гориво. Биодизел је потпуно биоразградив, није токсичан, редукује штетне гасове који стварају ефекат стаклене баште.

Данас се масовно користе две врсте биогорива, алкохол (биоетанол, биометанол или бутанол) и биодизел. И једно и друго биогориво могу се употребљавати самостално или уз додатак конвенционалним горивима.

Пожељно је да гориво има следеће особине:

- да гориво потиче од обновљивих извора;
- да је извор горива, односно сировина лако доступна
- да карактеристике горива буду исте или сличне са постојећим минералним горивима
- да производња буде једноставна и јефтина, а добијени производ јефтинији
- да манипулација као и његово складиштење буде једноставно, безбедно и јефтино
- да је постојан при складиштењу
- да је компатибилно са моторним уљима и осталим мазивима, а да се његовом применом не смањује век трајања мотора, нити смањује поузданост моторских система и мотора као целине
- да му је цена мања или иста као и цена конвенционалног горива

Биодизел или метил - естар је хемијско једињење које настаје у процесима трансестерификације уља или масти биљног и животињског порекла. Метил - естар је хемијско једињење које се добија тзв. трансестерификацијом, односно хемијском реакцијом виших незасићених масних киселина и алкохола у присуству катализатора.

Биодизел се може произвести од:

- свих врста масти и уља биљног и животињског порекла као што су (репичино уље, сунцокретоно, кукурузно, уље уљане репице итд.)
- од отпадног уља из ресторана и домаћинства
- од свих врста виших масних киселина

Као споредни производ ове хемијске реакције (трансестерификације) настаје трохидроксилни алкохол, глицерол који такође представља значајну сировину која има широку примену у индустрији.

Идеја о коришћењу биљних уља као горива за моторе је врло стара и сеже до самих почетака употребе мотора са унутрашњим сагоревањем. На светској изложби у Паризу, 1900. године, Немац *Рудолф Дизел*, отац савремених дизел мотора, демонстрирао је рад дизел мотора са погоном на уље кикирикија. Иако је демонстрација била успешна, пројекат није заживео, јер је управо у то доба

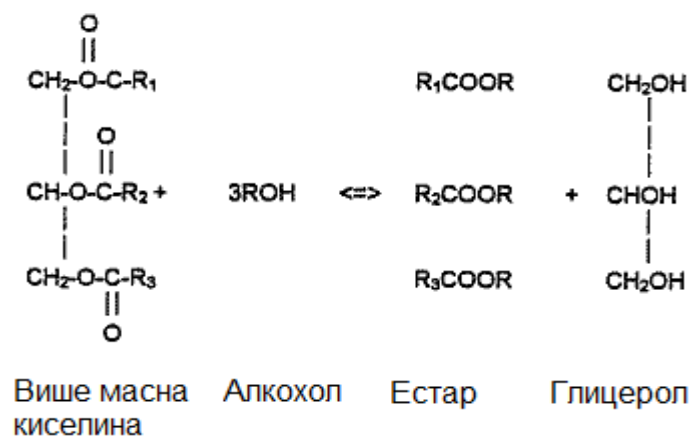
свет откривао огромне предности нафте као енергента. Све до прве нафтне кризе, 1973. године, осим за време два рата, свет није размишљао о могућој несташици нафте.

Данас је ситуација таква, да је Европска унија прописима обавезала земље чланице да сва дизел горива која се производе и дистрибуирају на просторима ЕУ морају у себи садржати најмање 5% биодизела. Предвиђено је да се 2020. године чак 20% свих енергетских потреба земаља чланица подмирује коришћењем различитих врста биогорива, међу којима је и биодизел.

2. САСТАВ БИОДИЗЕЛА

Најчешће коришћена сировина за добијање биодизела су различита биљна уља. Међу њима су за ову примену најпогоднија уља репице и соје. Сама биљна уља, иако имају високу топлотну моћ (око 37 MJ/kg), низак садржај сумпора, релативно висок цетански број (око 40) и повољан састав продуката сагоревања, нису погодна као замена за класично дизел гориво, јер имају врло високу вискозност. Њихова вискозност је на температури од 20°C 15 до 20 пута већа у односу на конвенционално дизел гориво Д2. Наравно, са снижењем температуре вискозност још више расте, тако да се биљна уља не могу користити као горива у дизел моторима на температурама нижим од 10°C. Велика вискозност горива ствара проблеме у функционисању инсталације за напајање горивом и смањује квалитет распршивања горива при убризгавању, тако да је потребан знатно виши притисак убризгавања. Овако висока вискозност биљних уља последица је велике молекулске масе виших масних киселина које улазе у њихов састав. Просечна молекулска маса биљних уља је 3 до 7 пута већа него код конвенционалног дизел горива Д2.

Маси животињског порекла имају сличне особине као и биљна уља. Да би се отклонио овај недостатак биљних уља, врши се њихова естерификација, чиме се добија гориво са знатно погоднијим карактеристикама. Суштина конкретног процеса естерификације (Слика 2.1) је у разградњи великог молекула више масне киселине помоћу метил-алкохола тј. метанола, тако да се добијају три мања молекула метил-естра и трохидроксилни алкохол глицерол. Цела реакција се убрзава катализатором који је у овом случају калијумхидроксид (KOH) или натријумхидроксид (NaOH). Овај поступак, са аспекта индустријског коришћења, није сувише сложен ни скуп.



Слика 2.1 Естерификација

Метил - естри виших масних киселина садрже од 14 до 18 атома угљеника (C) у молекулу и имају врло сличне физичке и хемијске особине као и молекули парафина са истим бројем C атома. Ова једињења се лако мешају са конвенционалним дизел горивом. Метил - естри и даље имају неповољнију криву испаравања у односу на конвенционална дизел горива, али се овај проблем може умањити одговарајућим мерама. Такође, метил - естар је агресиван према неким врстама гуме, боја и лакова.

3. ДОБИЈАЊЕ БИОДИЗЕЛА

Избор основне сировине за добијање биодизела зависи од специфичних услова и прилика у конкретним земљама (клима, заступљеност појединих пољопривредних култура, економски развој земље, навике становништва у погледу сакупљања секундарних сировина и сл). У Европи се за производњу биодизела највише користи уље уљане репице (82,8%) и уље сунцокрета (12,5%), док се у Америци највише користи уље соје.^[1] У азијским земљама интензивно се користи и палмино уље (најчешће кокосове палме). Метил - естар репичиног уља најчешће се означава акронимима МЕРУ или МЕР, а метил- естар сунцокретовог уља, акронимом МЕСУ. Сунцокрет је у нашем народу одавно познат као уљарица, највише зато што је његово уље најраспрострањеније међу јестивим уљима. Широј јавности је углавном познат и поступак гајења и прераде сунцокрета. Уљана репица није толико позната широј јавности, а практично је најзначајнија међу сировинама за добијање биодизела. Зато ће у даљем тексту бити изнете основне информације о овој биљној култури и начину њене прераде.

3.1 Биодизел добијен из уљане репице

Уљана репица (*Brassica napus* L. ssp. *Oleifera*) раније је коришћена највише за добијање сточне хране, а ређе и конзумног уља. То је једногодишња зељаста биљка коју у периоду цветања краси изузетно леп, јарко жути цвет (Слика 3.1 б). Пролазак поред цветних поља уљане репице (Слика 3.1 а) је незабораван приказ, тако да ова биљка, осим велике економске користи, узгајивачима пружа и естетски ужитак.



Слика 3.1 а) Поља уљане репице б) Цвет уљане репице

За добијање уља користи се семе уљане репице (Слика 3.2). У просеку, семе уљане репице садржи 40-48% уља, тј. виших масних киселина хетерогеног састава и 18-25% беланчевина. Уље из семена садржи различите масне киселине, од којих су неке (засићене) врло погодне за производњу биодизела (олеинска 60% и линолна 15%), док су неке мање погодне (линоелинска 10%) или чак непожељне (ерука 2%). Уљана репица са оваквим саставом семенског уља припада тзв. "0" културама које су код нас у производњи већ двадесетак година и данас су још увек распрострањене. Поступцима даљег оплемењивања ове културе добијене су тзв. "00" културе које су делом заступљене и код нас. Оне у саставу свог семена имају мање од 0.1% ерука масне киселине, као и измењен однос учешћа засићених и незасићених масних киселина. Последњих година у Европи је отпочело гајење тзв. "000" културе са још повољнијим карактеристикама семенског уља.



Слика 3.2 Уљана репица

Уље из семена уљане репице (Слика 3.3) добија се поступком пресовања у пресама различитог капацитета или комбинованим процесима пресовања и екстракције. После екстракције уља из семена добија се тзв. сачма уљане репице која у себи садржи 35-40% беланчевина повољног састава аминокиселина, па је стога врло погодна за производњу сточне хране. Ово је још један значајан економски аспект коришћења уљане репице. Поред уља, као основног производа, сачме и глицерола, као нуспроизвода етерификације при производњи МЕР-а, добија се и значајна количина сламе, односно биомасе. Слама уљане репице се може стопроцентно искористити било као сировина у индустрији и грађевинарству, било као гориво. У развијеним земљама данас се посвећује велика пажња развоју поступака сагоревања сламе, како оне добијене из уљане репице, тако и оне добијене од других култура. Посебно се

потенцира изградња индивидуалних ложишта за сламу која се користе за грејање домаћинства. На тај начин, користи се пољопривредни отпад, тзв. биомаса. Поред тога, при сагоревању сламе уљане репице настају продукти сагоревања са знатно повољнијим саставом у односу на продукте сагоревања угља или нафте (мање сумпордиоксида, SO_2 , мање оксида азота, NO_x и мање угљендиоксида, CO_2). Тиме се постиже и еколошка корист. У том смислу, врло је упечатљив пример Данске, која чак 6% својих енергетских потреба задовољава сагоревањем биомасе.



Слика 3.3. Уље уљане репице

Животни циклус уљане репице почиње сетвом за коју је оптимални период крајем августа и почетком септембра. Десетак дана након сетве семе уљане репице клија, и на површини тла се указују нежни изданци у виду два листића. Минимална температура за клијање семена износи $2-3^{\circ}\text{C}$. У периоду клијања уљана репица је неотпорна према корову и трави, тако да је неопходна примена хербицида. Током наступајуће зиме репица презимљава и добро подноси снежни покривач и температуре до -25°C . У пролеће репица интензивира раст, али је за то неопходно одговарајуће ђубрење тла. Биљка расте упоредо са отопљавањем и стабљика врло брзо постаје чврста и дугачка, а на њој се, један за другим, формирају дебели листови. У том периоду развој биљке је толико интензиван да усев добија изглед густог зеленог тепиха. У овом периоду репица је подложна различитим штеточинама и биљним болестима, па је неопходна примена одговарајућих заштитних хемијских средстава. Најлепши период у развоју репице настаје крајем априла и почетком маја, када се на

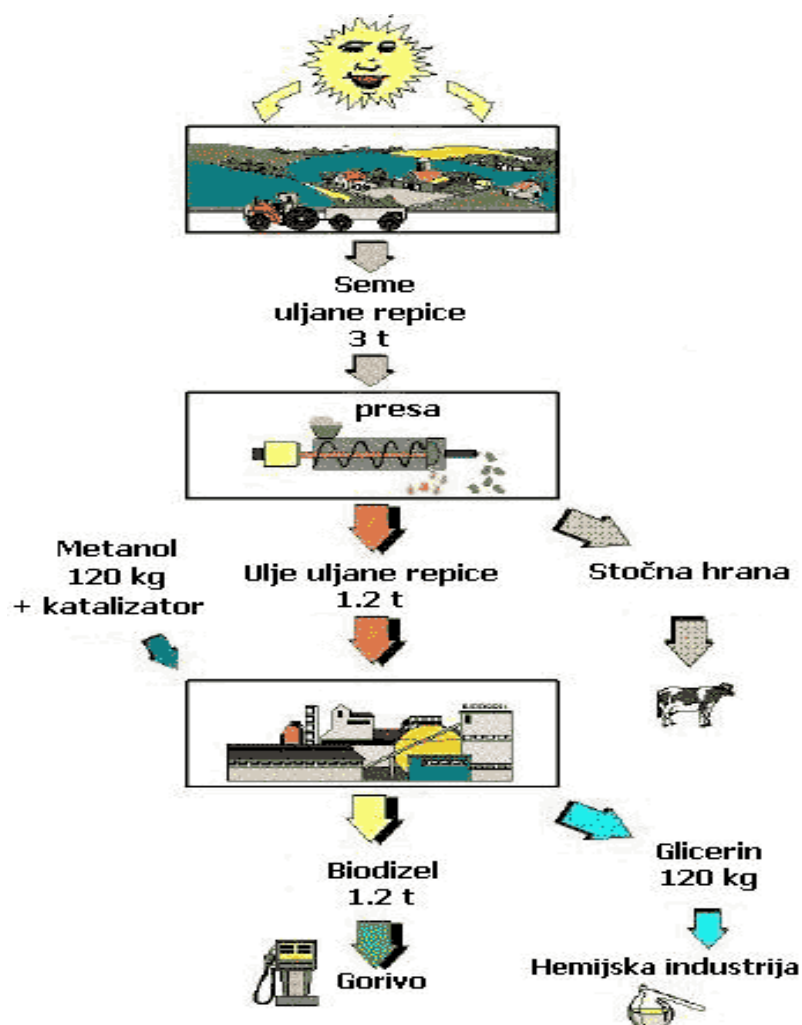
стабљикама појављују крупни жути цветови. Цветање репице траје око четири недеље. Током јуна месеца репица мења свој изглед и на месту цветова се формирају мале зелене махуне у којима расте семе репице. У том периоду лишће репице почиње да опада. Око четири недеље након цветања, у јулу месецу, уљана репица је зрела за жетву. На месту цветова оформљене су велике мрке махуне, дугачке око десетак сантиметара. У њима се налази 15-18 округлих сменки, пречника око два милиметра. У фази пуне зрелости уљане репице махуне пуцају, а тада већ црне семенке опадају на тло. Жетва репице врши се комбајном. Током механичке обраде пожњевене стабљике врши се одвајање махуне, издвајање и сакупљање семенки у сабирнику. У просеку, принос семена уљане репице износи око 3-4.5 t/ha.

Приноси семена уљане репице су велики само ако се примењују одговарајуће агротехничке мере. Разлози за то су у релативно великој неотпорности биљке на коров, штеточине и болести. Поред тога, уљана репица захтева дугачак плодород. Препорука је да се на истом тлу не засејава најмање четири године. Такође за сетву репице тло мора бити адекватно припремљено. Ово значајно утиче на рентабилност и економичност гајења ове културе. Ипак, у одговарајућој комбинацији плодореда уљане репице и других усева може се постићи рентабилна производња.

У највећим пољопривредним регионима наше земље (Војводина, Поморавље и Мачва) постоје повољни климатски услови, као и одговарајуће карактеристике тла за гајење уљане репице.

Прерада семена уљане репице ради добијања биодизела (Слика 3.4) има две фазе. Прва фаза је производња уља, а друга, је естерификација репичиног уља. Индустријска постројења за прераду уљане репице граде се са капацитетом од неколико хиљада, до сто хиљада тона годишње. Економичност производње је, наравно, већа ако је капацитет постројења већи. Добијање уља из уљане репице може се вршити и у малим, индивидуалним постројењима. У таквим постројењима поступак екстракције уља је путем хладног пресовања, после чега је неопходно вршити филтрирање уља. Као остатак поступка пресовања настаје тзв. погача (пресована зрна очишћена од љуске) која се даље користи у производњи сточне хране. Степен издвајања уља у оваквом поступку је око 70%. У великим постројењима производни процес обухвата уситњавање семена, предгревање и предпресовање. После предпресовања настаје сирово уље и погача. Сирово уље се даље филтрира или се подвргава поступку рафинације. Погача се уситњава и подвргава течној екстракцији, после чега се добија уљна сировина и тзв. муљ. Уљна сировина се затим филтрира и дестилује, а потом рафинира, па се добија рафинирано уље. Муљ се суши и меље, после чега се формира погача која се користи за сточну храну. Степен издвајања уља у оваквом поступку износи 98%. Могуће је користити и сличан скраћени поступак, у коме се погача не подвргава даљој екстракцији. Степен издвајања уља је у том случају око 85%. Овако добијена уља користе се у

поступку естерификације. И овај поступак може да се врши у малим постројењима, тако да, теоријски посматрано, сваки узгајивач уљане репице може да производи биодизел у кућној радиности. Рецепт за индивидуалну производњу гласи: на 100 литара уља уљане репице, долази 11 литара метанола и 0.2 kg NaOH. Поступак захтева грејање на температури од 60-70°C и интензивно мешање (2-3 сата). После тога мешавина мора да стоји у резервоару 2-3 дана. Нуспроизвод глицерол, као тежи таложи се на дну резервоара, на чему се заснива поступак издвајања МЕР-а из смеше. Корисно је издвојени МЕР сецовати више пута, како би се издвојило што више глицерола. Као резултат, добија се 105 kg МЕР-а и 11 kg глицерола. Да би се добио квалитетан биодизел потребно је да проценат естерификације износи 99%. Принципијелно, врло сличан поступак спроводи се и у великим постројењима. Наравно, рентабилност поступка зависи од прерађене количине уља.^[1]



Слика 3.4 Процес добијања биодизела из уљане репице

3.2 Биодизел добијен из соје

Сојин биодизел (Слика 3.5) је чисто-гореће, нетоксично обновљиво гориво произведено од сојиног уља. Сојин биодизел може да се користи у било ком дизел мотору без модификација.



Слика 3.5 Сојин биодизел

У поређењу са обичним дизелом, сојин биодизел има следеће предности:

- Сојин биодизел је посебно обећавајуће гориво код морског саобраћаја. Као биоразградиво, нетоксично гориво, сојин биодизел може да спречи оштећења морских окружења.
- Производња биодизела на бази соје има позитиван енергетски биланс (до 3:1), због високе енергетске вредности на бази естра, ниско-енергетских потреба у процесу конверзије, као и због карактеристика везаног азота код соје.^[2]
- Сојин биодизел је бољи за околину јер се састоји из обновљивих извора и има мање емисије издувних гасова у односу на нафтни дизел. Употреба биодизела у конвенционалном дизел мотору резултира у значајном смањењу несагорелих угљоводоника, угљен-моноксида и чађи. Коришћење сојиног биодизела не повећава ниво CO_2 у атмосфери, јер сојина зрна (Слика 3.6) приликом раста користе CO_2 . Сојин биодизел има већу биоразградивост од конвенционалног дизела. Студије на Универзитету у Ајдаху су показале да сојин биодизел може да деградира до 95% после 28 дана у односу на дизел гориво које деградира до 40%.

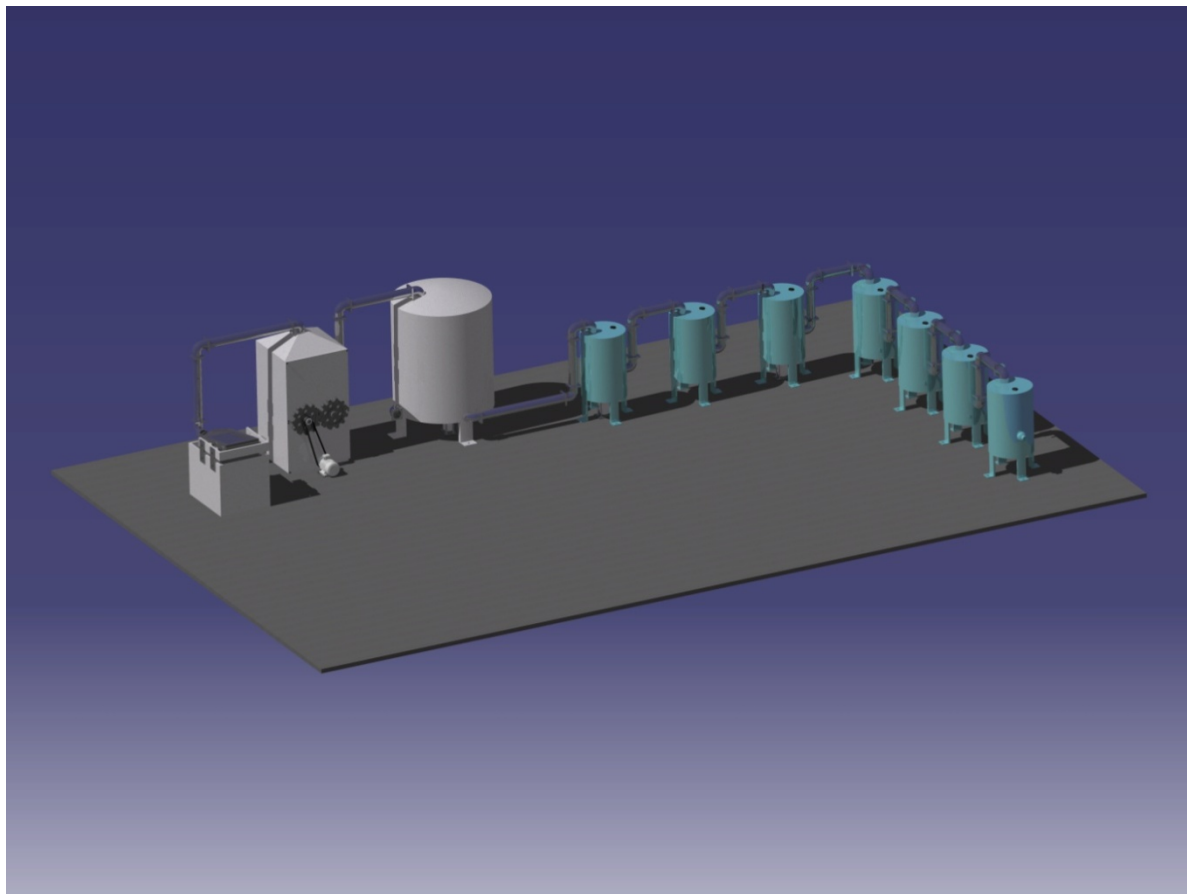


Слика 3.6 Сојина зрна

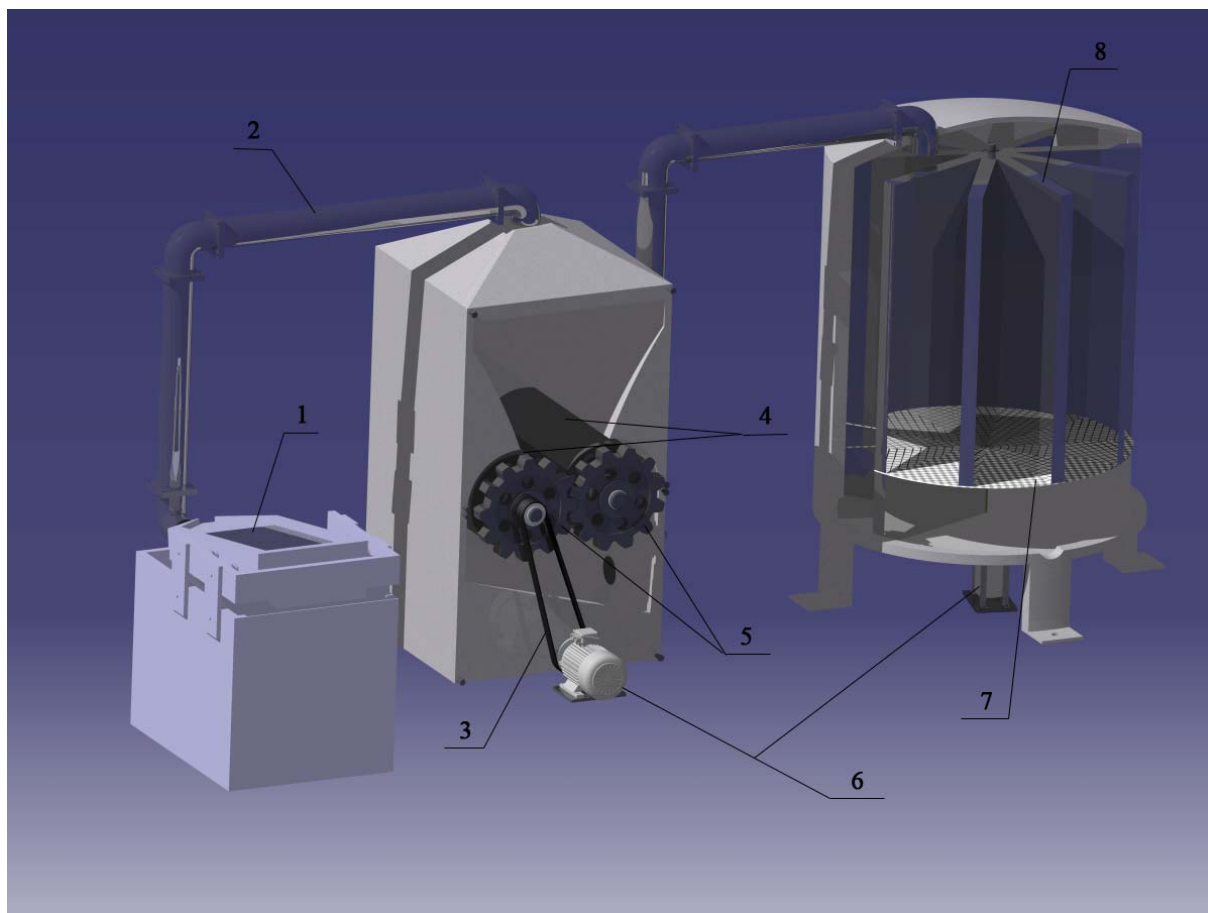
- Боље подмазивање, тестови су показали да сојин биодизел има предност када је у питању подмазивање.^[3]

4. ПОСТРОЈЕЊЕ

У овом раду сам одлучио да прикажем постројење за добијање биодизела из соје (Слика 4.1), као и сам поступак добијања.



Слика 4.1 Унутрашњост постројење за добијање биодизела из соје

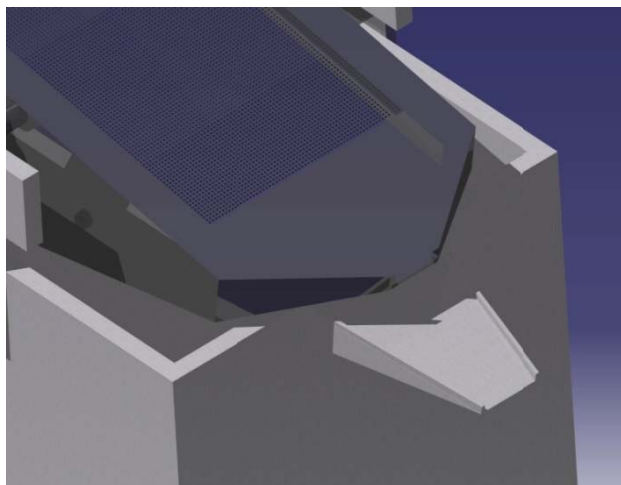


Слика 4.2

1. Механичко сито
2. Цев за транспортовање
3. Каишник
4. Ваљци за мљење соје
5. Зупчаници
6. Електромотори
7. Решетка
8. Лопатице

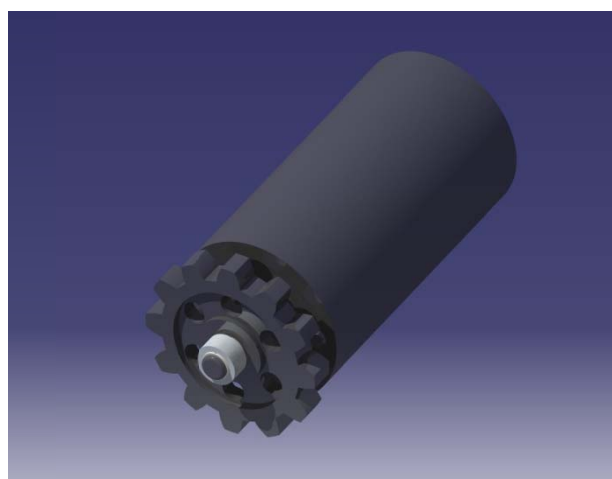
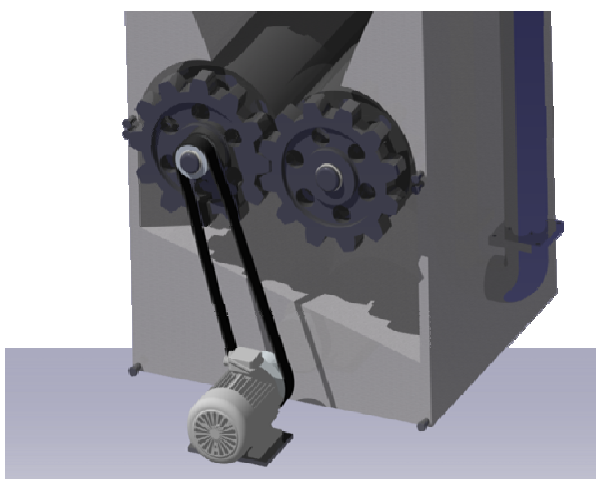
Пошто су зрна соје убрана, она се транспортују у постројење, где се истискује уље из њих и поступком трансестерификације од уља се добија биодизел.

Зрна соје најпре пролазе кроз механичко сито (Слика 4.3), где се просејавају, да би се уклониле љуске и нечистоће.

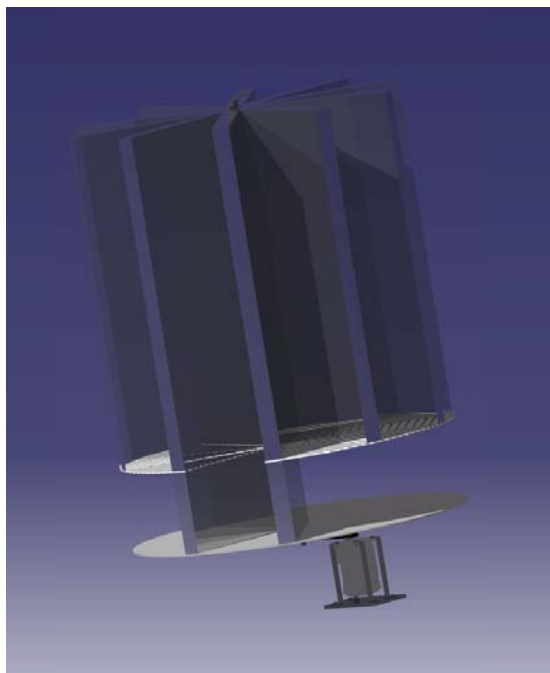


Слика 4.3 Механичко сито

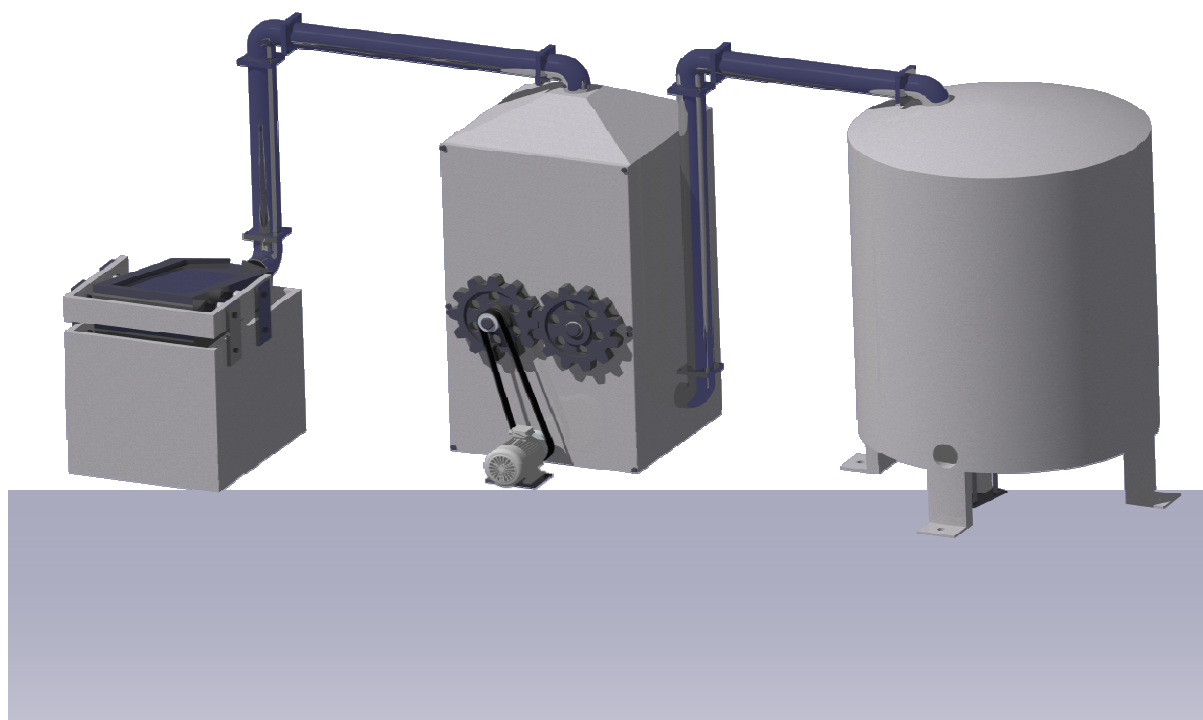
Затим кроз цев (Слика 4.2, 2) долазе у комору (Слика 4.4) где се помоћу два супротносмерна ваљка, која раде на погону електромотора, мељу. Након овог процеса самлевена зрна соје се транспортују у танк (Слика 4.5), где се цеди уље из истих. У танку за цеђењење уља, комадићи соје се цеде и одстрањују кроз цев за одвођење опиљака. Са друге стране, добијено уље се транспортује у танкове за производњу биодизела.



Слика 4.4 Комора за млевење соје

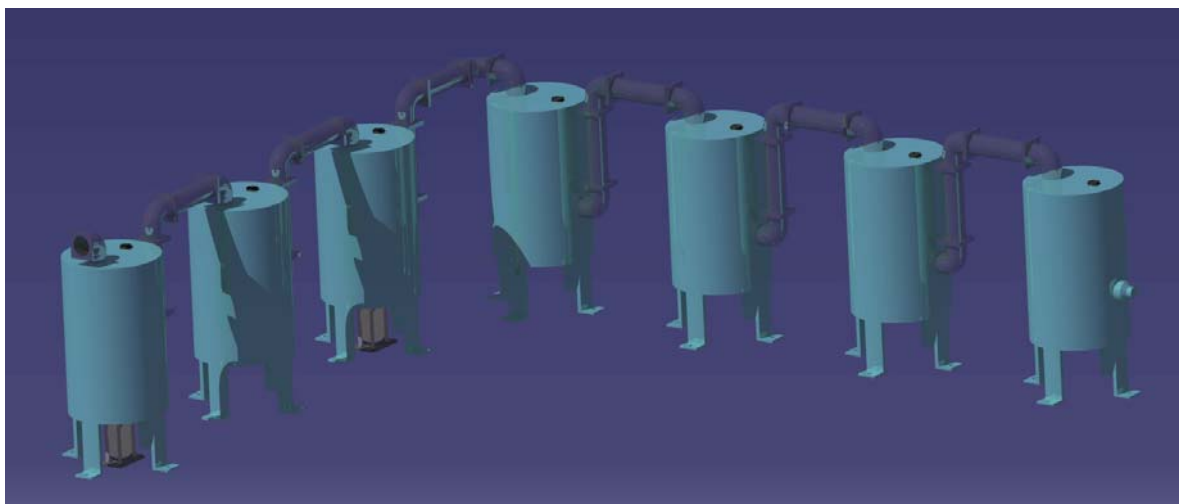
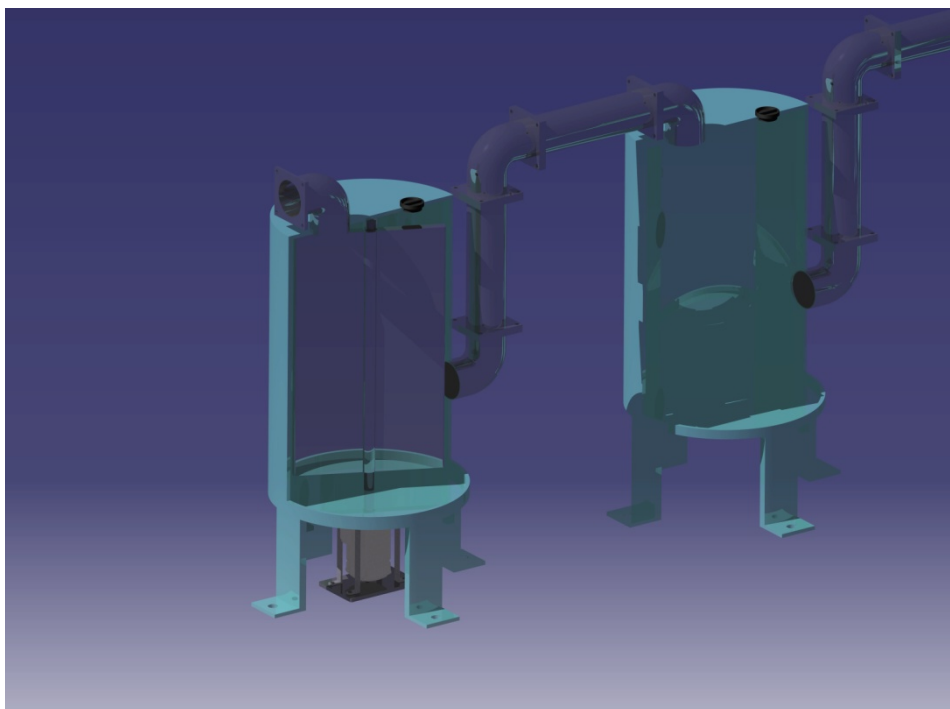


Слика 4.5 Танк за цеђење уља из соје



Слика 4.6 Део постројења у коме се добија уља

У првом трансестерификационом танку (Слика 4.7) сојино уље и метанол реагују у присуству натријум-хидроксида (NaOH) на температури 60°C . Реакција траје од прилике, око једног сата. Биодизел, глицерин и мала количина сапуна се добијају из ове реакције. Доњи слој глицерина у танку, се издваја и транспортује у други трансестерификациони танк. У други трансестерификациони танк, додају се метанол и натријум-хидроксид да би реаговали са остатком сојиног уља. Да би се зауставила реакција, додаје се кисеоник. Ова мешавина се испира водом у три танка за испирање. Горњи слој биодизела се прикупља и дестилује да би се добио чист биодизел, спреман за коришћење.



Слика 4.7 Трансестерификациони танкови



Слика 4.8 Постројење за добијање биодизела из соје

5. ПРЕДНОСТИ И МАНЕ БИОДИЗЕЛА

5.1 Предности

Технички аспект

Посматрано са техничког аспекта, биодизел квалитета EN 14214 представља високо квалитетно гориво за дизел моторе. Карактеристике биодизела су сличне обичном дизелу, а побољшање произилази из садржаја кисеоника у биодизелу што обезбеђује бољи процес сагоревања и води до смањења емисије издувних гасова и побољшава подмазивање мотора, што значи већу ефикасност и трајност. Ови чиниоци делом компензују утицај нижег енергетског садржаја. Боље чување и руковање.

Еколошки аспект

Употребом биодизела глобално се утиче на смањене емисије гасова стаклене баште, честица и аромата: CO, CO₂, SO₂, чађ, бензол, толуол. Нетоксичан је и биодеградабилан.

Економски аспект

На макро-економском нивоу, развој производње биодизела би био узрокован утицајем на следеће индикаторе:

- Запосленост;
- Повећање индустријске производње;
- Додатно преливање средстава ка пољопривреди;
- Допринос економском развоју руралних средина;
- Повећање девизних резерви;

Развој индустрије би био омогућен прогресивним ставом државе у погледу:

- Политике субвенција;
- Пореске политике;
- Дугорочне стратегије о управљању енергетским ресурсима.

Енергетски аспект

Може се сублимирати у две чињенице, а то је да је обновљиви извор енергије и друга да се коришћењем биодизела смањује потреба за фосилним дизелом, чиме се чувају резерве и умањује ризик од снабдевања.^[4]

5.2 Мане

Због ниже вредности рН од обичног дизел горива, биодизел штети неким пластичним и гуменим деловима аутомобила који нису сертификовани за употребу биодизела. Код њих се временом растварају гумене цеви. Он доспева у уље и захтева краће интервале промене уља. Примећена су и оштећења дизел пумпе која служи за довод горива у мотор. Тај се проблем већином јавља код несертификованих дестилерија биодизела.

И након 10 година од појаве првих биодизела, аутоиндустрија веома споро реагује и прави веома мало аутомобила који су сертификовани за коришћење биодизела.^[5]

6. ПОРЕЂЕЊЕ БИОДИЗЕЛ И ДИЗЕЛ ГОРИВА

У поређењу са конвенционалним дизелом, биодизел гориво карактерише већи садржај кисеоника (11%) и мања количина угљеника (77%), док је удео водоника приближно исти. Због повећаног садржаја кисеоника топлотна моћ биодизела у односу на дизел фосилног порекла је нижа (37 MJ/kg у односу на 43 MJ/kg), а сагоревање горива је побољшано. Вискозност биодизел горива је већа него дизел горива али вишеструко умањена у односу на вискозност уља из којих је произведено. Транспорт и складиштење биодизел горива су безбеднији него дизел горива, с обзиром да је тачка паљења биодизела преко 120°C, док је она за дизел фосилног порекла 55°C.

Карактеристика	Јединица мере	Биодизел (JUS EN 14214)	Дизел Д2 DIESEL EN 590
Густина на 15°C	kg/m ³	860-900	820-845
Вискозност на 40°C	mm ² /s	3.5-5.0	2.0-4.5
Угљенични остатак	% m/m	<0.3	<0.3
Садржај естера	% m/m	>96.5	-
Слодобни глицерол	% m/m	<0.02	-
Тачка паљења	°C	>120	>55
Садржај пепела	% m/m	<0.01	<0.01
Садржај фосфора	mg/kg	<10.0	-
Садржај сумпора	mg/kg	<10.0	<10.0
Садржај воде	mg/kg	<500.0	<200.0
Јодни број	g I ₂ /100 g	<120	-
Окс. Стабилн. 110°C	h	>6.0	-
Цетански број	% v	>51.0	>51.0

Табела 6.1 Хемијске карактеристике дизел и биодизел горива

Резултати експеримента показују да високе температуре, заједно са излагањем ваздуху, у великој мери повећавају деградацију биодизела у условима складиштења. Узорци који су складиштени на температурама од 4°C и 20°C су деградирани мање од 10% након 52 недеље. Узорци који су били чувани на вишим температурама (нпр. 40°C) су деградирани скоро 40% после истог периода.

Топлотна моћ биодизела је око 10% нижа од топлотне моћи конвенционалног дизел горива, што има за последицу смањење снаге мотора. Поред тога, због веће густине биодизела повећана је убризгана циклусна количина горива, тако да укупни губитак снаге износи око 5-7%, што последично утиче на повећавање потрошње горива. Коришћење биодизела не оштећује мотор.

7. ЦЕНА БИОДИЗЕЛА

При процени укупних трошкова потребно је сабрати све трошкове који настају у производном ланцу биодизела. Трошкови по производним фазама се могу поделити на:

- а) трошкове улазне сировине,
- б) трошкове прераде зрна у сирово уље,
- ц) трошкове трансестерификације биљног уља у биодизел.

Цена коштања биодизела добија се када се од збира трошкова зрна и трошкова прераде одузме износ прихода од нуспроизвода. У табели 7.1 су приказани трошкови прераде зрна уљарица у биодизелу (трошкови цеђења и трошкови трансестерификације) и приходи остварени од продаје нуспроизвода. Трошкови зрна су укалкулисани у цену коштања биодизела, као производ потребне количине зрна уљарица за производњу 1 литра биодизела и набавне цене зрна.

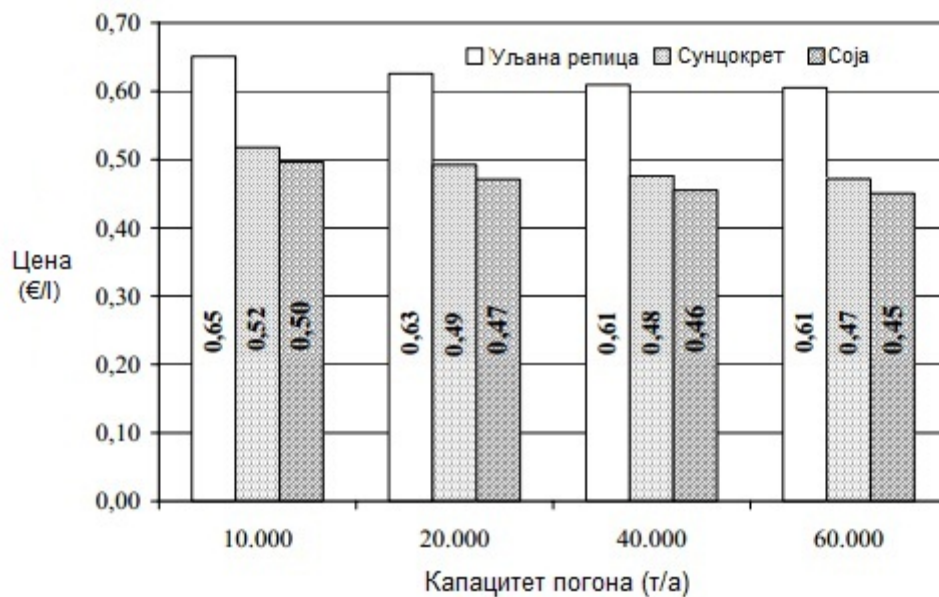
Цена коштања биодизела у Војводини у погону капацитета 10 000 t/god (€/l биодизела)

	Показатељ	Врста сировине		
		Соја	Сунцокрет	Уљана репица
1.	Укупни трошкови прераде (2+3)	0,465	0,310	0,328
2.	Трошкови прераде зрна у уље	0,335	0,180	0,198
3.	Трошкови трансестерификације	0,130	0,130	0,130
4.	Приходи од нуспроизвода (5+6)	0,926	0,179	0,168
5.	Сачма	0,911	0,164	0,154
6.	Глицерол и ђубриво	0,015	0,015	0,015
7.	Откупна цена у 2006. години	0,195	0,175	0,200
8.	Откупна цена у 2011. години	0,220	0,240	0,240
9.	Цена коштања биодизела	$4,92 \cdot C_{so} - 0,461$	$2,21 \cdot C_{su} + 0,131$	$2,46 \cdot C_{ur} + 0,16$
10.	Цене у 2006. години	0,4984	0,5177	0,652
11.	Цене у 2011. години	0,6214	0,6614	0,7504

* C_{su} - цена сунцокрета (€/kg); C_{so} - цена соје (€/kg); C_{ur} - цена уљане репице (€/kg)

Табела 7.1

При просечним откупним ценама уљарица у 2006. години (уљана репица: 200 €/t, соја: 195 €/t, сунцокрет: 175 €/t), израчуната цена коштања биодизела у погону годишњег капацитета 10.000 тона износи 0,50 €/l за соју, 0,52 €/l за сунцокрет и 0,65 €/l за уљану репицу, док у 2011. години при откупним ценама (уљана репица: 240 €/t, соја: 220 €/t, сунцокрет: 240 €/t), цене износе 0,62 €/l за соју, 0,66 €/l за сунцокрет и 0,75 €/l за уљану репицу. Јасно је да са порастом цена уљарица расте и цена биодизела.



Слика 7.1 Цена коштања биодизела у зависности од врсте сировине и капацитета погона

Резултати анализе показују да производња биодизела на бази сојиног зрна остварује повољније економске резултате у односу на производњу биодизела на бази сунцокретоног зрна (Слика 7.1) ^[6]. При актуелним ценама зрна и сачми економски најмање је повољна производња биодизела од уљане репице.

8. ЗАКЉУЧАК

Са развојем индустрије, расла је и потрошња нафте, а стручњаци су предвидели исцрпљивање њених извора, па је било потребно пронаћи гориво које ће се производити од неисцрпних, алтернативних извора енергије. Алтернативна горива тзв. биогорива, горива која се добијају из обновљивих извора, биодизел, ће имати велику употребу у будућности. Биодизел је комерцијални назив за *метил – естар* (ME) без додатог минералног горива. Биодизел се може произвести од свих врста масти и уља биљног и животињског порекла као што су (репичино уље, сунцокретово, кукурузно, уље уљане репице итд.), од свих врста виших масних киселина. од отпадног уља из ресторана и домаћинства.

Производња биодизела је везана за пољопривреду па је за очекивати да ће биодизел управо у пољопривреди пронаћи своју најраширенију примену. Биодизел би могао да замени око 45-50% укупне потрошње дизела у пољопривреди. На овај начин пољопривредни произвођачи били би мање зависни од произвођача и снабдевача дизел горива.

Избор основне сировине за добијање биодизела зависи од специфичних услова и прилика у конкретним земљама (клима, заступљеност појединих пољопривредних култура, економски развој земље, навике становништва у погледу сакупљања секундарних сировина и сл). У Европи се за производњу биодизела највише користи уље уљане репице (82,8%) и уље сунцокрета (12,5%), док се у Америци највише користи уље соје. У азијским земљама интензивно се користи и палмино уље (најчешће кокосове палме). У највећим пољопривредним регионима наше земље (Војводина, Поморавље и Мачва) постоје повољни климатски услови, као и одговарајуће карактеристике тла за гајење уљане репице

У Европској унији један хектар уљане репице обезбеђује довољну количину зрна за производњу 1.090 литара биодизел горива. Међутим, у Војводини уљана репица, а и сунцокрет и соја, остварује знатно ниже приносе него што је европски просек. При просечном приносу семена од 1,69 t/ha, и садржају уља у семену од 36%, 1 ha уљане репице у Србији обезбеђује 608 kg уља или око 690 l биодизел горива. Просечан принос зрна сунцокрета у Србији је 1,79 t/ha, па је при садржају уља 40% принос биодизела из сунцокрета 716 kg/ha односно 816 l/ha. Просечан принос соје у Србији је 2,25 t/ha, па при садржају уља у зрну 18% произилази принос биодизела од 405 kg/ha, односно 460 l/ha.

Економичност производње биодизела лакше је достићи у великим погонима. У њима се сигурније постиже и потребни квалитет биодизела. Ипак, оправдана је и идеја о постојању неколико малих погона за цеђење уља из којих би се сирово уље допремало до фабрика биодизела које могу да гарантују квалитет биодизела предвиђен стандардом.

Основна предност употребе биодизела као обновљивог горива је значајно смањење емисије CO_2 . Такође је редукована емисија сумпорних оксида, суспендованих честица и угљенмоноксида. Због тога је биодизел бољи за околину. Предност биодизела над обичним дизелом је и у позитивном енергетском билансу, који износи око 3:1, као и у бољем подмазивању. Предности и недостаци употребе биодизела зависе у многоме од тога која се мешавина користи, као и од рада мотора, односно врсте мотора.

При просечним откупним ценама уљарица у 2006. години (уљана репица: 200 €/t, соја: 195 €/t, сунцокрет: 175 €/t), израчуната цена коштања биодизела у погону годишњег капацитета 10.000 тона износи 0,50 €/l за соју, 0,52 €/l за сунцокрет и 0,65 €/l за уљану репицу, док у 2011. години при откупним ценама (уљана репица: 240 €/t, соја: 220 €/t, сунцокрет: 240 €/t), цене износе 0,62 €/l за соју, 0,66 €/l за сунцокрет и 0,75 €/l за уљану репицу. Јасно је да са порастом цена уљарица расте и цена биодизела.

“Употреба биљних уља као горива за моторе је можда безначајна данас, али та уља временом могу постати једнако важна као нафта и производи од угљеног катрана у овом тренутку.”

Рудолф Дизел (1858-1913)

Литература

1. <http://www.scribd.com/doc/79706583/Biogoriva>
2. http://extension.agron.iastate.edu/soybean/uses_biodiesel.html
3. <http://www.soya.be/soy-biodiesel.php>
4. <http://www.biodizel.nicrotehna.co.rs/>
5. <http://sr.wikipedia.org/sr/Биодизел>
6. http://www.psemr.vojvodina.gov.rs/files_for_download/biogoriva/studija_biodizel_ftn_dec_2007.pdf
7. <http://www.victoriagroup.rs/>