

Motorhajtó anyagok

Motorhajtó anyagok

A kőolaj-feldolgozó iparban gyártott motorhajtóanyagok az alábbi főbb típusok szükségletét elégítik ki:

| Motortípus | Hajtóanyag neve |
|--|-----------------|
| szikragyújtású, vagy Ottó-motorok | benzin |
| kompressziógyújtású, vagy Diezel-motorok | gázolaj |
| gázturbinák | petróleum |

Petróleum

A petróleum gazdasági jelentősége sokat változott az elmúlt 100 év alatt. A kőolajipar kezdeti idejében a legfontosabb céltermék a petróleum volt, majd jelentősége állandóan csökkent, s ma ismét nő. Régebben a petróleum, mint világítóanyag játszott nagy szerepet, ma reaktív motorok részére speciális petróleumot gyártanak. Míg a világító petróleumok mintegy 180 °C-tól 300 °C-ig forró párlatok, a lökhajtásos petróleum (kerozin) tulajdonképpen átmenetet képez a nehézbenzin és a petróleum első frakciói között.

A kerozin forráspontjára általában 150 és 250 °C között van. A legfontosabb minőségi paraméterei:

Dermedés pont: Az a hőmérséklet, amikor a hőmérséklet csökkenéskor kikristályosodó paraffin szénhidrogének hatására az üzemanyag mozdulatlaná dermed. Ilyenkor a folyadékhalmozállapotú anyag mennyisége elérheti a 95-97%-ot, a néhány százalékban hosszú tűs kristályok formájában kiváló paraffin szénhidrogének azonban megakadályozzák az üzemanyag mozgását.

Zavarosodási pont: Az a legalacsonyabb hőmérséklet, amikor az üzemanyagban először jelennek meg a kristályosodó paraffin szénhidrogének vagy a víztartalomból származó jégkristályok. A reaktív üzemanyagoknak vízmenteseknek kell lenniük, és a vízfelvevő képességük is csak csekély lehet, minthogy a korszerű repülőgépek a sztratoszféra határán repülnek. Emiatt a kristálykiválás kezdete -60 °C alatt kell, hogy legyen. A zavarosodási hőmérséklet mindig magasabb, mint a dermedési hőmérséklet.

Fontos a különböző hőmérsékleteken mért viszkozitás és a koromképzési hajlam. Mint ismeretes, ezt az üzemanyagot égétkamrákban égetik el nagy mennyiségben, és a kamrából kilépő forró füstgázok hajtják a gázturbinát, illetőleg a sugárhajtású gépekben az aggregáttól kifújva, a reaktív erővel hajtják a gépet. Az elégetéskor képződő nagy mennyiségű korom dugulásokra vezethet, és ezért a kormozási hajlam nagyon fontos. A kormozási hajlam csökkentése miatt az aromástartalmat korlátozni kell. Ugyancsak fontos, hogy a lökhajtásos petróleumokban a korrózióra vezető vegyületek (pl. merkaptán) jelenléte minimális legyen.

Gázolaj

A gázolaj a benzinnél magasabb forrponjú szénhidrogének elegye. Forráspontjára általában 200 és 360 °C között van. A gázolajat sok helyen dízelolajnak nevezik. A gázolajjal kapcsolatos főbb követelmények a következők:

- ☞ **szivattyúzhatóság:** a gázolajat adagoló szivattyúk szállítják a porlasztóba. Ezért megfelelő viszkozitással és alacsony dermedésponttal kell rendelkeznie. A dermedéspontot a gázolajban lévő nagymolekulájú paraffin szénhidrogének emelik meg, mivel ezek gyakran még 0 °C felett is kiválhatnak, a szivattyút eltömhetik. A szabvány hidegszűrhetőségi határhőmérsékletet ír elő, amely nyáron +5 °C, télen -15 °C.
- ☞ **porlaszthatóság:** ebből a szempontból lényeges a gázolaj forrponthatárainak megfelelő beállítása.
- ☞ **kokszosodási hajlam:** a gázolaj nem tartalmazhat magas hőmérsékleten kokszosodásra hajlamos vegyületeket. A porlasztószájánál lerakódott kokszt rontja a porlasztást. A kokszosodási hajlamot úgy mérik, hogy a gázolaj desztillációs próbájánál a 10 %-os maradványt egy vastégelyben a szükségesnél kevesebb levegő jelenlétében termikusan bontják, és mérik a kokszos maradvány mennyiségét (Conradson szám, m/m%).
- ☞ **korrozíós hatás:** a gázolajoknál különösen fontos a korrozíót okozó kénvegyületek, szerves és szervetlen savak eltávolítása, mert ezek jelenléte az adagolószivattyú gyors tönkremenetelét okozzák, továbbá a gázolaj magas kéntartalma légszennyező kén-dioxid emisszióval jár.
- ☞ **gyulladás hajlam:** a gázolaj öngyulladás hajlamára a gázolaj cetánszámának meghatározása ad felvilágosítást. Mint ismeretes, a dízelmotorban a kompresszió végén komprimált forró levegő van, mert a dízelmotor a szívóütemben csak levegőt szív be. A komprimált forró levegőbe beporlasztott gázolajnak meg kell gyulladnia. Azt az időt, amely a beporlasztás kezdetétől a gyulladás kezdetéig eltelik, gyújtási késésnek nevezik. Ha ez a gyújtási késés nagy, a dízél-kopogás jelensége lép fel. Ez úgy következik be, hogy a nagy gyújtási késés alatt aránylag sok gázolaj kerül az égési térbe, ez hirtelen elégve jelentős nyomás csúcsértéket alakít ki. A nyomás csúcsértékek kopogó hangban és hatásfokromlásban nyilvánulnak meg. A dízél-kopogás ugyanúgy több tényező függvénye, mint a kopogásos elégés a benzinmotorokban. Szerepet játszanak a motor konstrukciós viszonyai, az üzemeltetési tényezők és végül a gázolaj kémiai összetétele. A motorkonstruktőrök igyekeznek a dízél-kopogás jelenségét kiküszöbölni, azaz a gyújtási késést lecsökkenteni.

A kompresszióra való gyulladás értelemszerűen éppen ellentéte a kompressziótűrésnek. Ebből az következik, hogy a normál-paraffin-szénhidrogének kedvezőek a dízelmotorokban, és az aromás szénhidrogének kedvezőtlenek. Összeállítottak egy gyakorlati skálát a kompressziógyújtás ellenőrzésére és a gázolajok értékelésére. Ez a cetánszám-skála, amelynek 0-pontja az α -metil-naftalin, 100-as pontja – tehát kedvezőbb értéke – pedig egy n-paraffin-szénhidrogén, a 16 szénatomos cetán.

Ha egy gázolaj cetánszáma 45, az azt jelenti, hogy olyan keveréknek felel meg a gyulladási hajlam szempontjából, amely 45% normál-cetánból és 55% α -metil-naftalinból áll.

Az üzemanyag-töltő állomásokon azonban csak a benzin oktánszámát látjuk kiírva a gázolaj cetánszámát nem. Ennek az oka, hogy a kőolaj atmoszférikus desztillációjakor kapott gázolaj cetánszám szempontjából már megfelel a követelményeknek. A dízelmotorok továbbá kevésbé érzékenyek a cetánszám kismértékű változására, mint a benzines motorok az oktánszám változásra.

Belsőégésű motorok káros emissziójának csökkentése katalizátorral

A belsőégésű motoroknál a robbanótérben keletkező égéstermékek a környezetbe távoznak és azzal kölcsönhatásba lépnek. A legnagyobb mennyiségben keletkező szén-dioxid eltávolítása technikai okok miatt nem lehetséges, a vízgőzt pedig nem tekintjük káros anyagnak. Három szennyező anyag, a szén-monoxid, nitrogén-oxid és a szénhidrogének környezetünk súlyos káro-

sodását okozhatják annak ellenére, hogy mennyiségük gyakran csak ppm ($\text{mg/kg} = \text{ppmm}$ vagy $\text{cm}^3/\text{m}^3 = \text{ppmv}$) koncentrációban jelentkezik.

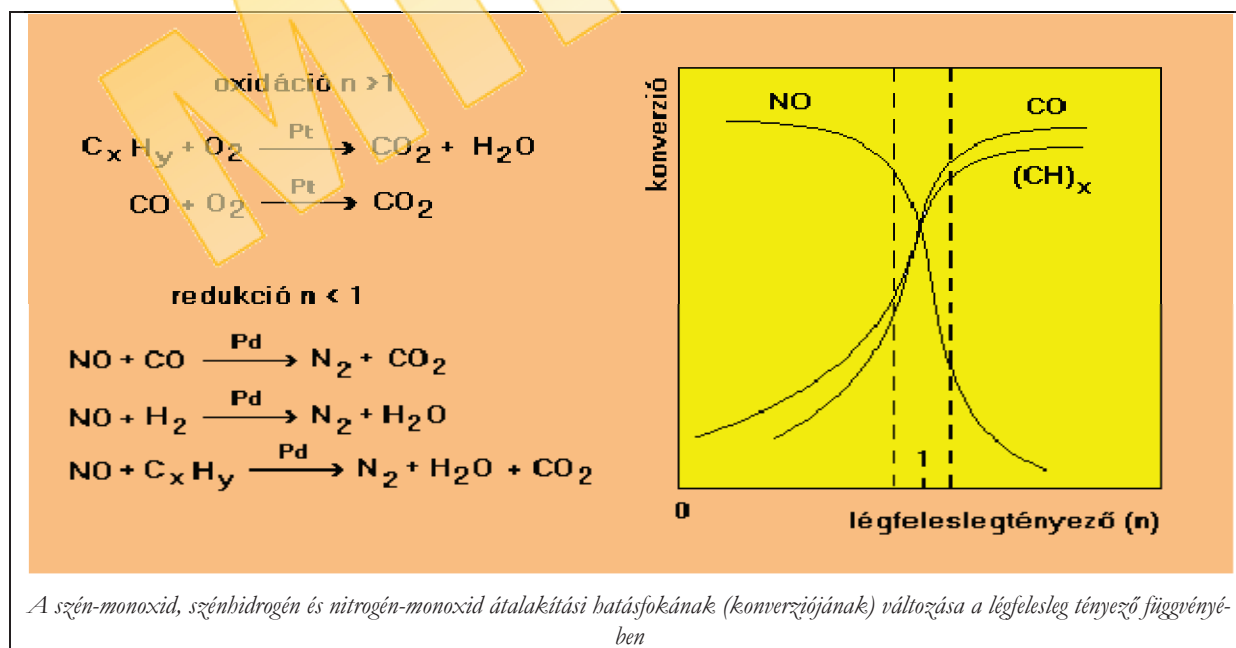
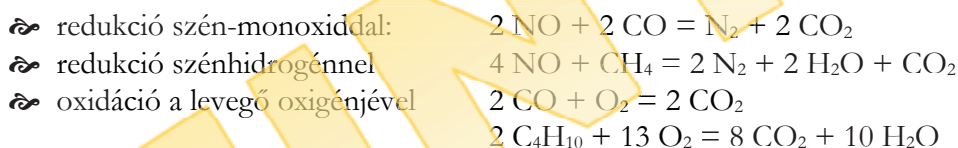
Szabályozatlan katalizátor

A katalizátor nagyfelületű kerámia hordozóra felvitt finom eloszlású platina, amelynek mennyisége kb. 3 gramm és 75-80000 km-ig fejt ki hatását.

A katalizátoron áthaladó füstgázban csak a szén-monoxid és a szénhidrogének oxidálódnak szén-dioxiddá, illetve szén-dioxiddá és vízzé. A nitrogén-oxid változatlanul halad keresztül. A kén-dioxid viszont a katalizátorban kén-trioxiddá oxidálódik, amely az atmoszférába kilépve azonnal kénsavködöt képez, ezért a motorhajtóanyagok kén-tartalmára vonatkozólag állandóan szigorodó határértékeket léptetnek életbe.

Szabályozott katalizátor

A katalizátor platina és ródium fém a szén-monoxid és a szénhidrogének oxidációján kívül a nitrogén-oxid redukcióját is elvégzi 300-350 °C-on az alábbi egyenletek szerint:



A fenti egyenletekből az látszik, hogy a szén-monoxid és szénhidrogének eltávolítása oxidációt igényel. Az oxidációhoz egynél nagyobb légfelesleg tényező, míg a redukcióhoz egynél kisebb légfelesleg tényező szükséges. Hogyan lehet ezt a két egymásnak ellentmondó feltételt egyidejűleg megvalósítani?

A görbékből látszik, hogy az egy körüli légfelesleg tényezőnél $n = 0,95-1,05$ (ablak tartomány) a három folyamat elfogadható átalakulási hatásfokkal játszódik le. Ennek az értéknek menetközben való megtartását segíti a lambda-szonda, amely a füstgáz oxigéntartalmának függvényében szabályozza az üzemanyag-levegő keverék arányát.

Gyorsításnál azonban mindenképpen üzemanyagban dús keverék kerül az égéstérbe és a katalizátor csak a redukciót tudja megvalósítani. Ezen a jelenségen segít a cérium-oxid, amely a plati-

nával és palládiummal együtt kerül felvitelre a kerámia hordozóra. Amikor a motor az ablaktartománynak megfelelő tüzelőanyaggal működik, a cérium-oxid oxigént köt meg a füstgázból. Gyorsításkor az oxigénszegény füstgázba a megkötött oxigént leadja, ezáltal az oxidációs katalízis is végbemegy.

Alternatív motorhajtóanyagok

A benzint és gázolajat helyettesítő motorhajtóanyagok jelenlegi ismereteink szerint a hidrogén, metán, metanol, etanol és a biodízel lehet. Az egyes lehetséges motorhajtóanyagok tömegre és térfogatra vonatkoztatott fajlagos entalpia értékeit az alábbi táblázat foglalja össze.

| Hajtóanyag | Fajlagos entalpia $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right]$ | Fajlagos entalpia $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{Ndm}^3}\right]$ |
|------------|---|--|
| hidrogén | 142 | 13 |
| metán | 55 | 40 |
| benzin | 48 | $3,5 \cdot 10^4$ |
| metanol | 23 | $1,8 \cdot 10^4$ |
| etanol | 29 | $2,3 \cdot 10^4$ |
| dízelolaj | 44 | $3,5 \cdot 10^4$ |
| biodízel | 40 | $3,2 \cdot 10^4$ |

Motorhajtóanyagok fajlagos entalpia értékei

A táblázat adataiból a hidrogén kiemelkedik a kJ/kg-ban kifejezett fajlagos entalpia szempontjából. A térfogatra vonatkoztatott érték környezeti hőmérsékleten (ezen hőmérsékleten a hidrogén gáz nem cseppfolyósítható) azonban már kevés. Száz atmoszféra nyomáson tárolva is egy nagyságrenddel kevesebb a tárolt energia a benzinhoz képest. A hidrogén ezért rakéta hajtóanyagának tökéletes, azonban gépjárműben való felhasználhatóságát korlátozza, hogy csak nyomásálló, szigetelt tartályban tartható el (jelentős tömegnövekedés miatt a fajlagos energiatárolás romlik), továbbá esetleges balesetnél nagy erejű robbanásra lehel számítani.

A metánt jelenleg is használják üzemanyagként, azonban környezeti hőmérsékleten a metán is gáz, tehát nem cseppfolyósítható. A metán természetes előfordulásán kívül előállítható szénből, és biológiai úton szerves anyagok (háztartási, állattartó-telepi szennyvíz, stb.) oxigénmentes erjesztésével. A propán és a bután már környezeti hőmérsékleten nyomással cseppfolyósítható, azonban biológiai úton nagymennyiségben nem állítható elő, így nem tekinthető alternatív üzemanyagnak.

A metanol és etanol mindkét módon kifejezett fajlagos entalpiája lényegesen közelebb van a benzinéhez, így ígéretesebb alternatív motorhajtóanyagnak tűnnek, mint az előzőek. Az etanol szénhidrátok erjesztésével (fermentációjával) is előállítható. A folyamat az alapanyag miatt tulajdonképpen a napenergia hasznosításának tekinthető.

Etanol, mint motorhajtóanyag

Az etanol motorhajtóanyagként való felhasználásának előnye, hogy nem fosszilis, hanem megújuló energiaforrást hasznosítunk úgy, hogy a nettó szén-dioxid kibocsátás közelítőleg nulla.

Glükóz növényi fotoszintézisből: $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{fény} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$

Glükóz fermentációja élesztőgombákkal: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{ CO}_2 + \text{hő}$

Etanol égése:



Az egyenletekből látható, hogy 1 mól alapanyag (glükóz) előállításakor a levegőből 6 mól szén-dioxid használdik fel. Egy mól glükóz fermentációjakor 2 mól szén-dioxid és a képződött 2 mól etanol égésekor 4 mól szén-dioxid, azaz összesen 6 mól szén-dioxid kerül vissza a légkörbe.

Bioetanol gyártás alapanyagai és feldolgozása

- ☞ Cukor (glükóz) tartalmú biomassza (cukornád, cukorrépa, **cukorcirok**) közvetlen fermentációja.
- ☞ Keményítő tartalmú biomassza (kukorica, búza, burgonya) hidrolízise glükózzá, majd a glükóz fermentációja.
- ☞ Cellulóz tartalmú biomassza (fa, szalma) hidrolízise glükózzá **erőteljes körülmények** között. Jelentős melléktermék képződés. **A technológia kísérleti szakaszban.**

Bioetanol gyártás technológiai lépései

- ☞ Cukortartalmú vizes oldat erjesztése, amely jelentős vízfelhasználással jár és nagymennyiségű szerves anyagot tartalmazó vizes oldat képződik.
- ☞ Etanol desztillációja a vizes oldatból. A folyamat energiaigényes, a termék 96 tf% vizes etanol.
- ☞ Etanol vízmentesítése kis energiaigényű eljárással.
- ☞ Az előállított üzemanyag jelzése:
 - ☞ E100 tiszta etanol;
 - ☞ E85 85 tf% etanol 15 tf% benzin.

Bioetanol tulajdonságai

- ☞ Energiatartalma kevesebb a benzinnél.
- ☞ Oktánszáma nagyobb: RON 121, MON 97 reális RON 106-108.
- ☞ Jelentősen korrózió veszélyesebb, mint a benzin.
- ☞ Percetsav képződés a hengerben, amely támadja a hengerfalat.
- ☞ Hidegindítási probléma max: E75.
- ☞ A benzinnel kevert üzemanyag csak tartálykocsiban szállítható a szételegyedés veszélye miatt.

Bioetanol környezetvédelmi vonatkozásai

- ☞ Szén-monoxid, szénhidrogén és korom csökkenés a füstgázban az üzemanyag oxigéntartalma miatt.
- ☞ Új környezetszennyező jelenik meg a füstgázban az acetaldehid.
- ☞ Nincs kéndioxid emisszió!
- ☞ Összességében nem növekszik az atmoszféra szén-dioxid tartalma.

A bioetanol széleskörű elterjesztésével kapcsolatban azonban három fontos kérdést kell megválaszolni.

A bioetanol gyártás felfutása milyen hatást gyakorol az élelmiszer árakra? Jelenleg a gyártás alapanyaga köznap, élelmiszerként is használt növényeken alapul. A megnövekedett keresletnek mindig árfelhajtó szerepe van.

Pozitív vagy negatív a bioetanol gyártás energiamérlege? Egységnyi bioetanol előállításakor több vagy kevesebb energiát használunk fel, mint amennyit nyerhetünk belőle. Erre vonatkozólag 2013 környékén, még nincs egységes álláspont a szakirodalomban.

Mennyi fosszilis energia váltható ki? Viszonylag egyszerű számolással megállapítható, hogy ha Magyarországon ki akarnánk váltani a teljes benzin felhasználást kukoricából gyártott

bioetanollal, az ehhez szükséges területi igény három éves vetésforgóval számolva kb. az ország területének a harmada.

Biodízel, mint motorhajtóanyag

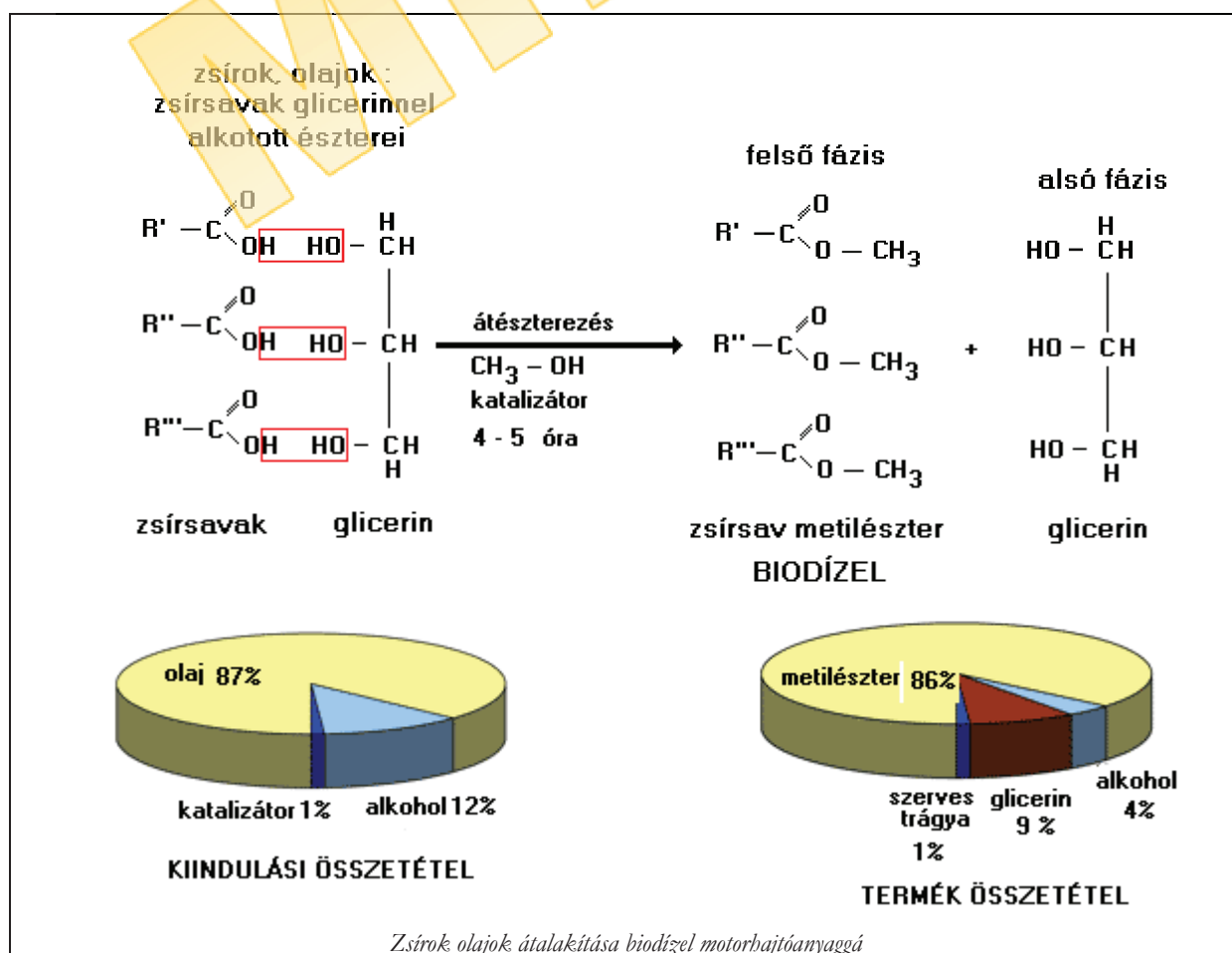
A biodízel motorhajtóanyagként való felhasználásának előnye ugyanaz, mint az etanolé, nem fosszilis, hanem megújuló energiaforrást használunk. Az alapanyagként felhasznált növényi olaj széntartalmát a növény az atmoszféra széntartalmából állítja elő, elégetéskor, pedig ez a széntartalom szintén szén-dioxid formájában kerül vissza a légterbe.

Biodízel gyártás alapanyagai

- ☞ Bármilyen olajtartalmú mag: repce, napraforgó, szója stb.
- ☞ Használt növényi olaj, zsíradék.

Biodízel gyártás technológiája

- ☞ Olaj kinyerése mechanikai úton sajtolással történik, melléktermékként értékes állati takarmány az olajpogácsa képződik. A dízelmotor igénytelensége miatt az így nyert olajjal is elmenne, de csak nyáron, mivel télen kifagyna.
- ☞ Az olaj átészterezése. A növényi olajok, zsírok kémiaailag azonos szerkezetű molekulák: zsírsavak glicerinnel alkotott észterei. Az átészterezés során a zsírsavakról leválasztjuk a glicerint és a szabad zsírsavakat etanollal vagy metanollal újra észterezzük. A biodízel tehát zsírsavak etil- vagy metilészterei.



A zsírsavészter (biodízel) sarkköröktől távol már télen sem fog kifagyni. A gyártás mellékterméke a glicerin, amelynek gazdaságos hasznosítása még várat magára. Jelentős oxigén tartalma miatt fűtőértéke alacsony.

- ☞ Az előállított üzemanyag jelzése:
 - ☞ B100 tiszta biodízel
 - ☞ B99 99% biodízel 1% gázolaj

Biodízel tulajdonságai

- ☞ 9%-kal kisebb energiatartalom.
- ☞ Kiváló kenőképeség a hengerben.
- ☞ Kéntartalma < 0,01 % kisebb, mint a gázolajé.
- ☞ Biológiailag bontható, de ez hátrány is lehet a tároláskor.
- ☞ Gázolajjal keverhető, ez megvédi a bakteriális bontástól, pl. B99.
- ☞ Vízrel nem elegyedik.
- ☞ Zavarosodási pont $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ között (zsírsavaktól függ).
- ☞ Gumiból készült alkatrészeket megtámadja.
- ☞ Magashegyi utakon kiváló, oxigéntartalma miatt nagyobb teljesítményre képes.

Biodízel környezetvédelmi vonatkozásai

- ☞ Szén-monoxid, szénhidrogén és korom csökkenés a füstgázban az üzemanyag oxigéntartalma miatt.
- ☞ Új környezetszennyező jelenik meg a füstgáz intenzív „lángossütő szaga”.
- ☞ Csökkent kéndioxid emisszió a gázolajhoz képest!
- ☞ Összességében nem növekszik az atmoszféra szén-dioxid tartalma.

A biodízel széleskörű elterjesztésével kapcsolatban azonban ugyanazt a három fontos kérdést kell megválaszolni, mint a bioetanol esetében.

A biodízel gyártás felfutása milyen hatást gyakorol az élelmiszer árakra? Jelenleg a gyártás alapanyaga köznap, élelmiszerként is használt növényeken alapul. A megnövekedett keresletnek mindig árfelhajtó szerepe van. Ugyanakkor vannak olyan olajtartalmú növények, amelyek nem használhatók élelmiszerként pl. jatrofa, alga.

Pozitív vagy negatív a bioetanol gyártás energiamérlege? Egységnyi biodízel előállításakor több vagy kevesebb energiát használunk fel, mint amennyit nyerhetünk belőle. Az előállítás kisebb energiaigénye miatt az energiamérleg inkább pozitív.

Mennyi fosszilis energia váltható ki? Viszonylag egyszerű számolással megállapítható, hogy ha Magyarországon ki akarnánk váltani a teljes gázolaj felhasználást repcén alapuló biodízellel, az ehhez szükséges területi igény három éves vetésforgóval számolva körülbelül megegyezik az ország teljes területével.