

بسم الله الرحمن الرحيم

روش‌های نوین در تولید سوخت سبز بیوایزل

تالیف و گردآوری: **مهندس حامد نایب زاده**

(دانشجوی دکتری مهندسی شیمی دانشگاه فردوسی مشهد)

دکتر ناصر ثقه الاسلامی

(دانشیار گروه مهندسی شیمی دانشگاه فردوسی مشهد)

سرشناسه	: نایب‌زاده، حامد، ۱۳۶۵ -
عنوان و نام پدیدآور	: روش‌های نوین در تولید سوخت سبز بیودیزل / تألیف و گردآوری حامد نایب‌زاده، ناصر ثقة‌الاسلامی
مشخصات نشر	: تهران: رسالت قلم، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲۲۳ ص: مصور، نمودار
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۴۳۰-۴۰-۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: سوخت‌های بیودیزلی
موضوع	: موتورهای دیزل -- سوخت‌های جایگزین
موضوع	: انرژی‌های پایان‌ناپذیر
سناسه‌ی افزوده	: ثقة‌الاسلامی، ناصر، ۱۳۳۴
رده‌بندی شنگره	: ۱۳۹۵ ن ۹ س/ ۳۵۹ TP
رده‌بندی دیوین	: ۶۶۲/۶۶۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۰۹۳۰۲۵



تلفن: ۰۶۴۰۰۹۲۴

روش‌های نوین در تولید سوخت سبز (بیودیزل)

تألیف و گردآوری: حامد نایب‌زاده، ناصر ثقة‌الاسلامی

ناشر: انتشارات رسالت قلم

چاپ و صحافی دیجیتال: سمن

تاریخ و نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۵

تعداد چاپ: ۱۱۰ جلد

قیمت: ۱۷۰۰۰ تومان

کلیه حقوق نشر برای مؤلف محفوظ است.

تلفن مؤلف: ۰۹۱۱۳۲۷۶۳۵۶

فصل اول: مقدمه‌ای بر بیودیزل

۹-۴۹

۱-۱- موتور یزا ۹

۱-۲- مشکلات استفاده از روغن ۱۱

۱-۳- گرایش به سوخت‌های پاک ۱۲

۱-۴- زیست انرژی ۱۴

۱-۵- تبدیل روغن‌های گیاهی به سوختی قابل استفاده ۱۶

۱-۶- بیودیزل ۱۷

۱-۷- خوراک تولید بیودیزل ۱۹

۱-۷-۱- پتانسیل پسماند روغن خوراکی بعنوان خوراک بیودیزل ۲۵

۱-۷-۲- پتانسیل جلبک بعنوان خوراک بیودیزل ۲۷

۱-۸- نقش الکل در تولید بیودیزل ۳۱

۱-۹- کاتالیست‌های تولید بیودیزل ۳۲

۱-۹-۱- کاتالیست همگن ۳۲

۱-۹-۲- کاتالیست ناهمگن ۳۴

۱-۱۰- مزایا و معایب بیودیزل ۳۴

۱-۱۱- وضعیت فعلی تولید بیودیزل در جهان ۳۸

۱-۱۲- استانداردهای بیودیزل در دنیا ۳۹

۴۱	۱-۱۲-۱- عدد ستان (CN)
۴۳	۱-۱۲-۲- دانسیته بیودیزل
۴۳	۱-۱۲-۳- ویسکوزیته بیودیزل
۴۴	۱-۱۲-۴- مشخصات جریان سرد
۴۴	۱-۱۲-۴-۱- نقطه ابری شدن
۴۵	۱-۱۲-۴-۲- نقطه بزش
۴۵	۱-۱۲-۴-۱- آرمون فیلتراسیون اشباع سرد (CSFT)
۴۶	۱-۱۲-۵- نقطه اشتغال
۴۷	۱-۱۲-۶- عدد اسیدی (α V)
۴۷	۱-۱۲-۷- عدد یدی (IV)
۴۸	۱-۱۲-۸- آب و رسوبات
۴۸	۱-۱۲-۹- مشخصات دیگر

فصل دوم: واکنش‌های تولید بیودیزل و بررسی پارامترهای عملیاتی ۵۳-۷۴

۵۳	۱-۲- واکنش تبادل استری
۵۸	۲-۲- واکنش استری شدن
۶۱	۲-۳- عوامل تاثیر گذار بر فرآیند تولید بیودیزل
۶۲	۲-۳-۱- اثر دما
۶۶	۲-۳-۲- اثر غلظت الکل
۶۹	۲-۳-۳- اثر مقدار آب و اسید چرب آزاد در خوراک
۷۱	۲-۳-۴- اثر کاتالیزور
۷۳	۲-۳-۵- اثر سرعت اختلاط

فصل سوم: تولید بیودیزل با استفاده از کاتالیست ناهمگن ۸۱-۱۱۵

- ۸۲ ۱-۳- کاتالیستهای بازی جامد
- ۸۸ ۲-۳- کاتالیستهای اسیدی جامد
- ۱۰۲ ۳-۳- کاتالیست آنزیمی
- ۱۰۷ ۴-۳- غیر فعال شدن و خرابی کاتالیستها

فصل چهارم: نوآید بیودیزل بوسیله سیالات فوق بحرانی ۱۳۱-۱۵۱

- ۱۳۲ ۱-۴- تولید بیودیزل به وسیله متانول فوق بحرانی
- ۱۳۵ ۲-۴- پارامترهای تأثیرگذار بر تولید در شرایط فوق بحرانی
- ۱۳۵ ۱-۲-۴- اثر دما
- ۱۳۶ ۲-۲-۴- اثر غلظت متانول (نسبت مولی متانول به روغن)
- ۱۳۸ ۳-۲-۴- اثر فشار
- ۱۳۹ ۴-۲-۴- حضور اسید چرب آزاد و آب در خوراک
- ۱۴۰ ۳-۴- تولید پیوسته بیودیزل به روش متانول فوق بحرانی
- ۱۴۳ ۱-۳-۴- فرآیند دو مرحله تولید بیودیزل (آب زیر بحرانی- متانول فوق بحرانی)
- ۱۴۴ ۲-۳-۴- استفاده از کمک حلال در فرآیند متانول فوق بحرانی
- ۱۴۷ ۳-۳-۴- استفاده از کاتالیست در فرآیند متانول فوق بحرانی
- ۱۴۸ ۴-۴- استفاده از دیگر الکل ها در شرایط بحرانی برای تولید بیودیزل

فصل پنجم: روش التراسونیک برای تولید بیودیزل ۱۵۷-۱۷۶

- ۱۵۹ ۱-۵- امواج التراسونیک (فرا صوت)
- ۱۶۱ ۲-۵- مزیت امواج التراسونیک در تولید بیودیزل
- ۱۶۲ ۳-۵- فرآیند ناپیوسته تولید بیودیزل به وسیله امواج التراسونیک

- ۱۶۲ ۵-۳-۱- تولید بیودیزل به وسیله کاتالیست همگن تحت امواج التراسونیک
- ۱۶۷ ۵-۳-۲- تولید بیودیزل به وسیله کاتالیست ناهمگن تحت امواج التراسونیک
- ۱۷۱ ۵-۴- فرآیند پیوسته تولید بیودیزل به وسیله امواج التراسونیک

فصل ششم: روش ماکروویو برای تولید بیودیزل ۱۹۶-۱۸۱

- ۱۸۲ ۶-۱- منبذ حرارت دهی ماکروویو
- ۱۸۵ ۶-۲- تأثیر امواج ماکروویو بر تولید بیودیزل
- ۱۸۶ ۶-۲-۱- تولید بیودیزل به وسیله کاتالیست همگن تحت امواج ماکروویو
- ۱۹۲ ۶-۲-۲- تولید بیودیزل به وسیله کاتالیست ناهمگن تحت امواج ماکروویو
- ۱۹۴ ۶-۳- استفاده از روش‌های ترکیبی در تولید بیودیزل

فصل هفتم: استفاده از غشاء در فرایند تولید بیودیزل ۲۲۰-۲۰۱

- ۲۰۵ ۷-۱- روش‌های شستشو به منظور حذف گلیسرول از بیودیزل
- ۲۰۶ ۷-۲- کاربرد غشا و فرایندهای غشایی در تولید بیودیزل
- ۲۰۸ ۷-۲-۱- کاربرد راکتور غشایی در تولید بیودیزل
- ۲۱۱ ۷-۲-۲- استفاده از غشاهای مزوپروس در خالص‌سازی بیودیزل

پیشگفتار

انرژی مهمترین نیاز برای ادامه حیات انسان بر روی کره زمین می‌باشد. ذخایر محدود نفت و افزایش آگاهی در مورد اثرات محیط زیستی سوخت‌های فسیلی، نیروی محرکه جستجوی منابع جدید انرژی و سوخت‌های جایگزین‌اند. در حال حاضر، انرژی سوخت‌های فسیلی همچون سوخت‌های مایع، گاز طبیعی و زغال سنگ مهمترین منابع انرژی در جهان هستند و تولید و مصرف آنها به شدت رو به افزایش است. تا به امروز سوخت‌های فسیلی بیش از ۸۰٪ انرژی جهان را تامین می‌کنند. این درحالیست که ذخیره سوخت‌های فسیلی مثل نفت حداکثر تا ۵۰ سال دیگر برای گاز طبیعی ۶۵ سال دیگر و برای زغال سنگ به مدت ۲۰۰ سال موجود خواهد بود. بنابراین، توسعه منابع سوخت‌های فسیلی با همین نرخ در حال کاهش است و در آینده منجر به کمبود انرژی خواهد شد.

نیاز روز افزون به انرژی، توجه به افزایش جمعیت و افزایش میزان انتشار دی اکسید کربن نیاز به یافتن منابع انرژی جایگزین را الزامی می‌کند. انرژی‌های تجدیدپذیر، شامل منابعی از انرژی‌های پاک بدست آمده از فرایندهای طبیعی و استفاده بهینه از آنها می‌باشد که حداقل اثرات زیست محیطی و هدررفت انرژی را ایجاد می‌کنند. هم اکنون حدود ۱۴٪ از انرژی جهان توسط منابع انرژی‌های تجدید پذیر تامین می‌شود که این بدین معناست که هنوز این گونه از انرژی‌ها سهم اندکی از انرژی جهان را دارا هستند.

لذا با توجه به کمبود منابع فسیلی و آلودگی ناشی از این سوخت‌ها، محققان به دنبال سوخت‌های جایگزین هستند، یکی از سوخت‌های مناسب، بیودیزل است که به عنوان جایگزینی برای گازوئیل شناخته شده است. براساس نتایج پژوهش دپارتمان انرژی ایالات متحده آمریکا مزایای بیودیزل را می‌توان این گونه بیان کرد: تجدیدپذیری، منابع تولید آن، تولید دی اکسید کربن کمتر به میزان ۷۸٪ نسبت به سوخت‌های فسیلی مرسوم، بدون آلودگی گوگرد و سولفات و خطرات منجر به باران‌های اسیدی، کاهش نشر آلودگی‌های هیدروکربنی به میزان ۵۶٪، روانکاری بهتر و دوام بیشتر قطعات موتور، کاهش حدود ۹۴٪ ورود عوامل سرطان زا به هوا و تولید کمتر مونواکسید و ذرات دوده در هنگام سوختن. تمامی این مزایا سبب شده است تا این سوخت را برای تولید انبوه بسیار جذاب کند.

این سوخت از واکنش روغن‌های گیاهی، حیوانی و روغن‌های پسماند خوراکی با الکل به

دست می‌آید که روش‌های مختلفی برای تولید آن تاکنون ارائه شده ولی کتاب جامعی در ارتباط با روش‌های مختلف تولید آن و چگونگی آنالیز نتایج به منظور استفاده محققین تا کنون به چاپ نرسیده است. لذا هدف از چاپ این کتاب کمک به محققین و دانشجویان تحصیلات تکمیلی در زمینه‌ی روش‌های مختلف تولید بیودیزل و آنالیز نتایج می‌باشد. امید است این کتاب مورد استفاده دانشجویان و دانش‌پژوهان قرار گرفته و ما را در تصحیح و تکمیل مطالب آن یاری نمایند و سنتز بیودیزل نیز در آینده‌ای نزدیک در کشور ما در مقیاس صنعتی صورت گیرد. در انتها مولفین کتاب لازم میدانند که از آقایان مهندس بهگام رحمانی وحید، علی‌اکبر سیستانی، احسان باصولی، سینا کاظمی فرد، ابراهیم صفاکیش و خالد القیسی و خانم‌ها مهندس مرگن هاشم‌زهی و روشنک فرزندی که در تهیه این کتاب ما را یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

حامد نایب زاده

دانشجوی دکتری مهندسی شیمی

دانشگاه فردوسی مشهد

اسفند ۱۳۹۴