



دانشگاه بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در مهندسی شیمی (ترمودینامیک و سینتیک)

عنوان:

مدلسازی سینتیکی واکنش فیشر تروپش بر روی کاتالیست کبالت-روتنیوم تهیه شده به روش تلقیح

استاد راهنما:

حسین آتشی

استاد مشاور:

علی اکبر میرزایی

تحقیق و نگارش:

علی مهربان خو

بهمن ۱۳۹۰

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان مدلسازی واکنش فیشر تروپیش روی کاتالیست کبالت روتنیوم به روش تلقیح قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی (ترمودینامیک و سینتیک) توسط دانشجو علی مهربان خو با راهنمایی استاد پایان نامه حسین آتشی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می‌باشد.

علی مهربان خو

این پایان نامه ... واحد درسی شناخته می‌شود و در تاریخ ... توسط هیئت داوران بررسی و درجه ... به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
استاد راهنما:	حسین آتشی	
استاد راهنما:		
استاد مشاور:	علی اکبر میرزایی	
داور ۱:		
داور ۲:		
نماینده تحصیلات تکمیلی:		



تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب علی مهربان خو تعهد می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: علی مهربان خو

امضاء

تقدیم به پدر و مادر و همسر مهربانم

سپاسگزاری

بر خود لازم میدانم از راهنمایی‌های دلسوزانه استاد گرامی جناب پروفسور آتشی تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از دوستان خود آقایان مهندس دهقان، پروین، خرم روز و خسروی کمال تشکر را دارم و از ایزد منان برای آنان پیشرفت روز افزون را آرزومندم.

چکیده:

سنتز فیشر تروپش یک روش خوب برای تولید سوخته‌های پاک می باشد. مواد اولیه این سنتز را می توان از زیست توده زغال سنگ و گاز طبیعی بدست آورد. به وسیله سنتز فیشر تروپش گاز سنتز (مخلوط هیدروژن و مونوکسید کربن) به طیف وسیعی از هیدرو کربنها تبدیل می شود. این محصولات به عنوان سوخت پاک و دارای اکتان بالا به عنوان مواد اولیه برای سایر صنایع شیمیایی کاربرد دارند.

در این تحقیق به بررسی مدل سینتیکی واکنش فیشر تروپش روی کاتالیست کبالت-روتنیوم با پایه تیتانیوم (TiO_2) تهیه شده به روش تلقیح می پردازیم. شرایط عملیاتی شامل فشار کل ۸ بار و دمای ۲۲۰ و ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد است. نسبت گاز سنتز ورودی (هیدروژن به مونوکسید کربن) ، ۱:۱ و ۲:۱ و ۴:۱ بوده است [33]. بر اساس مکانیسم‌های پیشنهادی مدل‌های سرعت مختلفی بدست آمد. با آنالیز داده های تجربی روی مدل‌های مورد نظر به وسیله نرم افزار پلی مٹ بهترین مدل با توجه به شاخصه های آماری بدست آمد.

مدل $-R_{CO} = \frac{KP_{CO}P_{H_2}}{1+aP_{CO}}$ به عنوان بهترین مدل انتخاب شد که انرژی اکتیواسیون برای این مدل

$$45/1 \left(\frac{kJ}{mol} \right) \text{ بدست آمد.}$$

کلمات کلیدی: سنتز فیشر تروپش-مدل سازی سینتیکی- کبالت - روتنیوم-روش تلقیح

۱.....	فصل اول مروری بر اهمیت و تاریخچه سنتز فیشر تروپش.....
۲.....	۱-۱- مقدمه:
۲.....	۱-۲- اهمیت سنتز فیشر تروپش:.....
۳.....	۱-۳- تاریخچه سنتز فیشر تروپش:.....
۶.....	۱-۴- اهداف کلی تحقیق
۷.....	فصل دوم کلیاتی در مورد فرایند فیشر تروپش
۸.....	۱-۲- فرایند فیشر تروپش از دیدگاه کلی:.....
۸.....	۱-۱-۲- سنتز فیشر-تروپش:
۱۰.....	۲-۲- گاز سنتز:
۱۲.....	۱-۲-۲- فرایند تبدیل گاز طبیعی به گاز سنتز
۱۲.....	۲-۳- تأثیر شرایط فرایند بر روی گزینش پذیری:.....
۱۲.....	۲-۳-۱- اثر دما:
۱۲.....	۲-۳-۲- اثر فشار جزئی هیدروژن و مونوکسید کربن.....
۱۳.....	۲-۳-۳- اثر سرعت فضایی
۱۳.....	۲-۳-۴- اثر زمان عملکرد
۱۴.....	۲-۳-۵- اثر احیاء کاتالیزور:
۱۴.....	۲-۴- کاتالیزور:
۱۵.....	۲-۴-۱- خصوصیات کاتالیزورهای سنتز فیشر - تروپش
۱۵.....	۲-۴-۲- گزینش پذیری
۱۵.....	۲-۴-۳- پایداری

- ۱۶-۴-۲- جذب سطحی ۱۶
- ۱۶-۴-۲- کاتالیزور کبالت ۱۶
- ۱۶-۴-۲- ۱-۷- جزء مهم کاتالیزور کبالت در سنتز فیشر - تروپش ۱۶
- ۱۷-۴-۲- ۸- تقویت کننده‌ها مورد استفاده (پرو موترها) در کاتالیزور کبالت: ۱۷
- ۱۷-۲-۵- مهم‌ترین روش‌ها برای ساخت کاتالیزور های کبالت فیشر - تروپش ۱۷
- ۱۷-۵-۲- ۱- روش تلقیح ۱۷
- ۱۸-۲-۵- ۲- روش سل- ژل ۱۸
- ۱۸-۲-۵-۳- روش هم رسوبی: ۱۸
- ۱۸-۲-۵-۴- مزایای استفاده از روش هم رسوبی : ۱۸
- ۱۹-۲-۵-۵- مراحل آماده سازی کاتالیست : ۱۹
- ۱۹-۲-۵-۷- شستشوی کاتالیست : ۱۹
- ۱۹-۲-۵-۸- خشک کردن ۱۹
- ۱۹-۲-۵-۹- شکل دادن کاتالیزور : ۱۹
- ۲۰-۲-۵-۱۰- کلسیناسیون : ۲۰
- ۲۰-۲-۵-۱۱- کاتالیزور آهن : ۲۰
- ۲۰-۲-۵-۱۲- روش‌های ساخت کاتالیزور آهن ۲۰
- ۲۱-۲-۵-۱۴- نقش تسریع کننده‌ها ۲۱
- ۲۲- فصل سوم معادلات سرعت و مدل‌های سینتیکی ۲۲
- ۲۳-۳-۱- مدل‌های سینتیکی واکنش فیشر-تروپش: ۲۳
- ۲۳-۳-۱-۱- مدل توانی: ۲۳
- ۲۴-۳-۱-۲- مدل‌های سینتیکی LHHW: ۲۴

- ۳-۱-۳- مدل‌های سینتیکی Elay-Rideal: ۲۵.....
- ۳-۱-۴- فواید و مضرات استفاده از مدل‌های سینتیکی ساده تجربی ۲۵.....
- ۳-۲- تاریخچه ای از نتایج بدست آمده از بررسی‌های سینتیکی روی کاتالیستهای آهن و کبالت: ۲۶.....
- ۳-۳- مدل‌های سینتیکی واکنش فیشر تروپیش و نحوه به دست آوردن آن‌ها: ۲۷.....
- ۳-۴- نحوه بدست آوردن چند معادله سرعت جدول ۳-۴: ۳۱.....
- فصل چهارم نتایج و بحث ۳۵.....**
- ۴-۱- داده‌های آزمایشگاهی: ۳۶.....
- ۴-۱-۱- مشخصات کاتالیست: ۳۶.....
- ۴-۲- مدل‌های سینتیکی استفاده شده در این تحقیق: ۳۷.....
- ۴-۳- شاخص‌های آماری و اصول کلی برای بدست آوردن بهترین مدل ۳۹.....
- ۴-۴- امتحان کردن مدل‌ها و به دست آوردن مدل‌های مطلوب: ۴۱.....
- ۴-۵- بررسی و نتایج مدل‌های مطلوب: ۴۲.....
- ۴-۵-۱- نمودارها و مقادیر ثوابت مدل شماره ۱: ۴۲.....
- ۴-۵-۲- راستی آزمایشی مدل شماره ۱ ۴۵.....
- ۴-۵-۳- نمودارها و مقادیر ثوابت مدل شماره ۳: ۴۷.....
- ۴-۵-۴- راستی آزمایشی مدل شماره ۳: ۴۹.....
- ۴-۵-۵- نمودارها و مقادیر ثوابت مدل شماره ۱۷: ۵۱.....
- ۴-۵-۶- راستی آزمایشی مدل شماره ۱۷ ۵۴.....
- ۴-۶- بررسی و نتایج مدل‌های نامطلوب: ۵۶.....
- ۴-۶-۱- نمودارها و مقادیر ثوابت مدل شماره ۸ ۵۶.....
- ۴-۷- ارائه مدل توانی برای داده‌های تجربی: ۵۷.....

۴-۷-۱- نمودارها و داده های بدست آمده مربوط به مدل توانی ۵۸

۴-۷-۲- راستی آزمایی مدل توانی ۶۰

فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات ۶۳

۵-۱- نتیجه گیری ۶۴

۵-۲- پیشنهادات ۶۴

فهرست پیوستها

پیوست الف: نحوه بدست آوردن مدل های سینتیکی ۶۷

عنوان جدول	فهرست جدولها	صفحه
جدول ۱-۲ پروژه‌های GTL در کشورهای مختلف	۹	
جدول ۲-۲ موارد مصرف گاز سنتز	۱۱	
جدول ۱-۳ معادلات سینتیکی بدست آمده برای کاتالیست کبالت	۲۶	
جدول ۲-۳ مدل‌های مختلف ملاحظه شده همراه با حضور واکنشگرها در مرحله تعیین کننده سرعت	۲۷	
جدول ۳-۳ واکنش‌های ابتدایی برای سنتز فیشر تروپش	۲۸	
جدول ۴-۳ معادلات سرعت بدست آمده برای واکنش فیشر تروپش	۳۰	
جدول ۴-۴ داده‌های تجربی استفاده شده برای مدل سازی سینتیکی	۳۶	
جدول ۲-۴ مدل‌های سینتیکی مورد استفاده در این تحقیق	۳۸	
جدول ۳-۴. مقادیر بدست آمده از رگرسیون داده‌های تجربی بر روی مدل‌های	۴۱	
جدول ۴-۴- مقادیر ثوابت بدست آمده برای مدل شماره ۱	۴۴	
جدول ۴-۵- شاخصه‌های آماری بدست آمده برای مدل شماره ۱	۴۵	
جدول ۴-۶- شاخصه‌های آماری بدست آمده برای مدل شماره ۱ مربوط به داده‌های ۲۴ تا ۳۲	۴۷	
جدول ۴-۸- شاخصه‌های آماری بدست آمده برای مدل شماره ۳	۴۹	
جدول ۴-۹- شاخصه‌های آماری بدست آمده برای مدل شماره ۳ مربوط به داده‌های ۲۴ تا ۳۲	۵۰	
جدول ۴-۱۰- مقادیر ثوابت بدست آمده برای مدل شماره ۱۷	۵۲	
جدول ۴-۱۱- شاخصه‌های آماری بدست آمده برای مدل شماره ۱۷	۵۳	

جدول ۴-۱۲- شاخصه های آماری بدست آمده برای مدل شماره ۱۷ مربوط به داده های ۲۴ تا ۳۲	
جدول ۴-۱- ۵۵	
جدول ۴-۱۳- شاخصه های آماری بدست آمده برای مدل شماره ۸	۵۷
جدول ۴-۱۴- شاخصه های آماری بدست آمده برای مدل توانی	۵۹
جدول ۴-۱۵- مقادیر ثوابت به دست آمده برای مدل توانی	۵۹
جدول ۴-۱۶- شاخصه های آماری بدست آمده برای مدل توانی مربوط به داده های ۲۴ تا ۳۲	
جدول ۴-۱- ۶۲	

عنوان	فهرست شکل‌ها و نمودارها	صفحه
شکل ۱-۲ نمای کلی از واکنش فیشر تروپیش	۹	.....
نمودار ۳-۴ میزان تطابق سرعت‌های تجربی و محاسباتی برای مدل شماره ۱	۴۴	.....
نمودار ۴-۴ پراکندگی (سرعت محاسبه شده - سرعت تجربی) برای مدل شماره ۱	۴۵	.....
نمودار ۴-۵ میزان انحراف داده‌های تجربی از داده‌های محاسباتی برای مدل شماره ۱	۴۶	.....
نمودار ۴-۶ میزان تطابق سرعت‌های تجربی و محاسباتی برای مدل شماره ۱	۴۶	.....
نمودار ۴-۷ پراکندگی (سرعت محاسبه شده - سرعت تجربی) برای مدل شماره ۳	۴۷	.....
نمودار ۴-۸ میزان انحراف داده‌های تجربی از داده‌های محاسباتی برای مدل شماره ۳	۴۸	.....
نمودار ۴-۹ میزان تطابق سرعت‌های تجربی و محاسباتی برای مدل شماره ۳	۴۸	.....
نمودار ۴-۱۰ پراکندگی (سرعت محاسبه شده - سرعت تجربی) برای مدل شماره ۳	۵۰	.....
نمودار ۴-۱۱ میزان انحراف داده‌های تجربی از داده‌های محاسباتی برای مدل شماره ۳	۵۰	.....
نمودار ۴-۱۲ میزان تطابق سرعت‌های تجربی و محاسباتی برای مدل شماره ۳	۵۰	.....
نمودار ۴-۱۳ پراکندگی (سرعت محاسبه شده - سرعت تجربی) برای مدل شماره ۱۷	۵۱	.....
نمودار ۴-۱۵ میزان تطابق سرعت‌های تجربی و محاسباتی برای مدل شماره ۱۷	۵۲	.....
نمودار ۴-۱۶ پراکندگی (سرعت محاسبه شده - سرعت تجربی) برای مدل شماره ۱۷	۵۴	.....
نمودار ۴-۱۷ میزان انحراف داده‌های تجربی از داده‌های محاسباتی برای مدل شماره ۱۷	۵۴	.....
نمودار ۴-۱۸ میزان تطابق سرعت‌های تجربی و محاسباتی برای مدل شماره ۱۷	۵۵	.....
نمودار ۴-۱۹ پراکندگی (سرعت محاسبه شده - سرعت تجربی) برای مدل شماره ۸	۵۶	.....
نمودار ۴-۲۰ میزان انحراف داده‌های تجربی از داده‌های محاسباتی برای مدل شماره ۸	۵۶	.....
نمودار ۴-۲۱ میزان تطابق سرعت‌های تجربی و محاسباتی برای مدل شماره ۸	۵۷	.....

نمودار ۴-۲۲- پراکندگی (سرعت محاسبه شده - سرعت تجربی) برای مدل توانی ۵۸

نمودار ۴-۲۳- میزان انحراف داده های تجربی از داده های محاسباتی برای مدل توانی ۵۸

نمودار ۴-۲۴- میزان تطابق سرعت های تجربی و محاسباتی برای مدل توانی ۵۹

نمودار ۴-۲۲- پراکندگی (سرعت محاسبه شده - سرعت تجربی) برای مدل توانی ۶۰

نمودار ۴-۲۳- میزان انحراف داده های تجربی از داده های محاسباتی برای مدل توانی ۶۱

نمودار ۴-۲۴- میزان تطابق سرعت های تجربی و محاسباتی برای مدل توانی ۶۱

فهرست علائم

علامت	نشانه
R	ثابت عمومی گازها
T	دما بر حسب کلوین
P	فشار کل وارد بر سیستم
S	یک مکان کاتالیستی است که در آن هیدروکربنها میتوانند تشکیل شوند.
k	ثابت سرعت واکنش
θ_s	کسر مکانهای خالی
θ_{is}	کسرهای سطحی اشغال شده با گونه‌های جذب شده مانند هیدروژن، مونوکسید کربن
E	انرژی فعالسازي واکنش

فصل اول

مروری بر اهمیت و تاریخچه سنتز فیشر تروپش

تبدیل گاز طبیعی به هیدروکربن‌های سنگین‌تر فرآیندی است که از طریق آن، گاز طبیعی به فرآورده‌های با ارزشی همچون بنزین، نفت گاز، نفت سفید، سوخت جت، نفت، LPG، واکس و روان کننده‌ها تبدیل می‌شود. فرآورده‌های سنتز فیشر تروپش دارای ویژگی‌هایی هستند که آن‌ها را از محصولات پالایشگاهی متمایز می‌کند. برای مثال، درجه اکتان دیزل GTL بیش از ۷۴ است، در حالی که درجه اکتان دیزل حاصل از پالایشگاه‌های نفت خام حدود ۵۰ است. علاوه بر این دیزل GTL تقریباً عاری از گوگرد است (کمتر از ۱ ppm) مقدار ترکیبات آروماتیکی آن نیز کمتر از ۱٪ وزنی است [۱]

۱-۲-اهمیت سنتز فیشر تروپش^۱:

ایران به عنوان دومین کشور دارنده ذخایر گاز طبیعی با سهم (۱۵/۷٪) دومین کشور دارنده ذخایر نفت خام با سهم (۱۱/۲٪) در جهان بدون تردید می‌تواند نقش بسیار تعیین کننده ای در تأمین انرژی جهانی در دهه های آینده ایفا کند در سال ۲۰۰۷، ایران تنها (۳/۸٪) گاز جهان را تولید کرده است [۲] و کمتر از یک درصد صادرات گاز جهان را در اختیار دارد [۳]. بر همین اساس و با توجه به سند چشم انداز ۲۰ ساله کشور، ایران تا سال ۱۴۰۴ باید ۷ درصد از تقاضای بازار جهانی نفت و ۸ تا ۱۰ درصد از سهم تجارت جهانی گاز و فرآورده‌های گازی را به خود اختصاص دهد. بخش عمده ای از این سهم جهانی می‌تواند با صادرات نفت و گاز به صورت خام (با روش‌هایی مانند خط لوله و کشتی و LNG) و صادرات از طریق تبدیل به فرآورده‌های نفتی GTL و محصولات پتروشیمیایی فراهم شود. علاوه بر این توسعه فناوری‌های مربوط به نفت و گاز نیز می‌تواند سهم ایران را افزایش دهد. در این شرایط به نظرمی رسد توجه به فناوری GTL با رویکرد تأمین سوخت مورد نیاز داخل در کوتاه مدت و صادرات فرآورده‌های GTL در بلند مدت بخشی از نیاز کشور را به فرآورده‌های سوختی مورد نیاز تأمین کند و ضمن کاهش واردات فرآورده‌های سوختی، امنیت انرژی را برای کشور به همراه آورد [۴].

¹Fischer-tropsch synthesis

۱-۳- تاریخچه سنتز فیشر تروپش:

سنتز فیشر- تروپش به حدود ۷۹ سال قبل بر می گردد. این فرآیند اگرچه بسیار قدیمی است اما به دلیل اهمیت روزافزون آن هنوز در صنعت و محافل دانشگاهی مورد توجه است.

اولین بار در سال ۱۹۰۲ ساباتیئر^۱ و همکارانش توانستند با هیدروژناسیون مونوکسید کربن وبا استفاده از کاتالیزور نیکل، متان را تهیه نمایند و بدین ترتیب راه برای تهیه سایر هیدروکربن‌ها گشوده شد. فرآیند سنتز هیدروکربن‌ها و ترکیبات اکسیژن دار از مونوکسید کربن به کمک کاتالیزورهای اکسید فلزی توسط شرکت باسف در سال ۱۹۱۳ به ثبت رسید. در سال ۱۹۲۱ کالورت با استفاده از گاز سنتز، متانول را با راندمان حدود ۸۰٪ تهیه نمود و در سال ۱۹۲۲ پاتارد متانول را در دمای 200°C و فشار ۲۰۰-۱۵۰ atm در مجاورت کاتالیزورهای مس واکسید روی تهیه کرد. [۵]

کمیاب منابع نفتی در آلمان و نیاز به سوخت خودرو برای ارتش در خلال جنگ جهانی دوم محققان را بر آن داشت که در زمینه صنعت تولید سوخت‌های سنتزی تحقیقاتی را انجام دهند. نخستین پژوهش‌ها بر روی سنتز هیدروکربن‌ها، نظیر پارافین‌ها و الفین‌ها از گاز سنتز در سال ۱۹۲۵ توسط فیشر و تروپش در آلمان صورت گرفت. آنان از کاتالیزورهای نیکل، آهن و کبالت در دمای حدود 200°C - ۱۵۰ و فشار ۱ atm استفاده نمودند. از آن هنگام به بعد حجم تحقیقات و فعالیت‌های علمی که در زمینه هیدروژناسیون مونوکسید کربن انجام گرفت بیش از آنچه بود که در تاریخ علم شیمی تا آن زمان انجام شده بود. امروزه تمام پارافین‌ها و الفین‌ها در محدوده محصولات پتروشیمیایی و پالایشی با این فرآیند قابل تولید هستند. در سالهای قبل از کشف این واکنش در آلمان برای تولید سوخت‌های سنتزی از قطران زغال سنگ که نتیجه گداختن زغال سنگ بود، استفاده می‌شد. ۹ واحد فیشر- تروپش با هدف تولید سالیانه ۷۴۰۰۰۰ تن مواد نفتی از سال ۱۹۳۶ تا ۱۹۳۹ در کشور آلمان تأسیس شدند. واحدهای آلمانی از کاتالیزور کبالت در فشار کم (فشار اتمسفری) یا فشار متوسط (۶ تا ۱۰ بار) در راکتورهای بستر ثابت استفاده می‌کردند. محصول نهایی در این واحدها شامل ۴۶٪ بنزین، ۲۳٪ نفت دیزل، ۳٪ روغن‌های روان کننده و ۲۸٪ مابقی شامل واکس‌های پالایش شده، مواد پاک کننده و روغن بودند. [۶]

در سال ۱۹۳۷ یک واحد فشار پایین با تولید سالیانه ۲۰۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰ در فرانسه تحت نظارت شرکت روهرشیمی نیز آغاز به کار کرد. در سال ۱۹۳۹ دو واحد فشار پایین در ژاپن تأسیس شدند که بعد از مدتی به

¹ Sabatier

چهار واحد افزایش یافتند اما میزان تولید این واحدها به دلیل کمبود کاتالیزور، از مقدار مورد نظر کمتر بود. تحقیقات زیادی توسط دانشمندان ژاپنی بر روی کاتالیزور آهن انجام شد (علت استفاده از کاتالیزور آهن به دلیل در دسترس بودن و قیمت پایین نسبت به کاتالیزور کبالت بود) ولی این موضوع تا پایان جنگ جهانی دوم عملی نشد. در طول جنگ جهانی دوم و ۱۰ سال بعد از آن به دلیل مصرف زیاد نفت خام، کسری شدیدی در بازارهای آن به وجود آمد.

در همان زمان در ایالات متحده آمریکا مطالعات وسیعی برای تکامل فرآیند گداختن، مایع کردن زغال سنگ، کاتالیزورهای مصرفی در سنتز فیشر-تروپش و بهبود آن‌ها آغاز شد. این تلاش‌ها سبب شد که واحدهای در مقیاس پابلوت در دو ایالت لوئیزیانا و میسوری تأسیس شوند. در سال ۱۹۵۰ شرکت کارتیدج هیدروکل که مجموعه ای از ۹ کمپانی بود، ساخت یک واحد تبدیل گاز طبیعی به گاز سنتز با ظرفیت روزانه $9 \times 10^7 \text{ ft}^3$ را با استفاده از اکسیداسیون ناقص به منظور تولید سالیانه ۳۶۰۰۰۰ تن بنزین و سایر سوخت‌های مایع و محصولات شیمیایی به پایان رسانید. در این واحد از کاتالیزور آهن و راکتورهای بستر سیال چرخشی استفاده شد.

کشف منابع بسیار عظیم نفت خام در آمریکا و اقتصادی نبودن واحدهای فیشر-تروپش سبب شد که برخی از این واحدها (برانزویل) تعطیل شوند. از اواسط دهه ۵۰ تا اوائل دهه ۹۰ فرآیند فیشر-تروپش در مقیاس صنعتی تنها در آفریقای جنوبی وبا استفاده از گاز سنتز حاصل از زغال سنگ مورد استفاده قرار گرفت. در آفریقای جنوبی به دلیل مسائل سیاسی و تحریم‌های اقتصادی شدید ناشی از مشی نژاد پرستی هیئت حاکم، تصمیم گرفته شد از منابع بسیار عظیم زغال سنگ برای تولید سوخت‌های سنتزی استفاده شود. در راستای همین تلاش‌ها شرکت زغال سنگ، نفت و گاز آفریقای جنوبی (ساسول) کار ساخت فاز اول بزرگ‌ترین و پیشرفته‌ترین واحد سنتز فیشر-تروپش را در ساسولبرگ به اتمام رسانید. در این واحد از سنتز فشار متوسط و کاتالیزور آهن استفاده شد. فرآیند در راکتورهای بستر ثابت موسوم به آرگ انجام شد. ظرفیت تولید این واحد ۲۴۰۰۰۰ تن هیدروکربن در سال بود. پروژه ساسول در آن زمان به دلیل نزدیکی کارخانه به محلی که بالاترین سطح مصرف انرژی را داشت (ژوهانسبورگ) و همچنین هزینه پایین زغال سنگ که برابر با ۶ دلار آمریکا برای هر تن در مقابل ۱/۵ دلار آمریکا برای هر بشکه نفت خام بود از نظر اقتصادی بسیار مناسب تشخیص داده شد. با وجود این پیش بینی نشده بود که ممکن است ذخایر عظیم نفتی در خاورمیانه قیمت نفت را برای سال‌های در پیش رو، پایین نگه دارد. به علت مشکلات فنی که در ابتدا وجود داشت، در سال ۱۹۶۰ سود کمی عاید

ساسول شد و به خاطر قیمت پایین نفت خام ساسول با رشد کمی به تولید خود ادامه داد، اما هرگز متوقف نشد. در همان حال به منظور عرضه گاز شهری به نواحی صنعتی ژوهانسبورگ واحد گاز رسانی توسعه یافت. در اثر بحران‌های نفتی خاورمیانه در سال ۱۹۷۵ و به دنبال افزایش سریع قیمت نفت خام و بی ثباتی ناشی از مصارف نفتی آینده، در سال ۱۹۷۵ تصمیم گرفته شد تا یک واحد بسیار بزرگ‌تر به نام ساسول II در سکوندا ساخته شود. در سال ۱۹۸۰ واحد ساسول با ظرفیت ۱/۵ میلیون تن در سال یعنی ۴۰٪ نیاز نفتی افریقای جنوبی در آن زمان احداث و به بهره برداری رسید. واحد سوم نیز عیناً شبیه به ساسول II بود، در سال ۱۹۸۲ مورد بهره برداری قرار گرفت. در ساسول II و III نسل دوم و سوم راکتورهای سنتز فیشر- تروپش نصب شد. نسل دوم راکتورهای بستر سیال و دورانی کاتالیزور و نسل سوم بستر سیال موسوم به سینتول بود. [۵ و ۶ و ۷ و ۸]. شرکت شل که در کنار شرکت ساسول تجربه بسیار در زمینه تأسیس واحدهای صنایع نفت و گاز داشت، در سال ۱۹۹۴ عملیات ساخت یک سنتز فیشر- تروپش موسوم به SMDS را در بینت ولو مالزی به پایان رسانید. در این واحد از کاتالیزور کبالت برای تولید میان تقطیرها استفاده می‌شود و باقی مانده واحدهای هیدروکراکینگ نیز تحت هیدروژناسیون قرار گرفته و به انواع حلال‌ها، خوراک واحدهای تولید مواد پاک کننده و انواع واکس‌ها تبدیل می‌شوند. در سال ۱۹۹۴ شرکت اکسون فرآیندی موسوم به تولید ثانویه را در مرحله پایلوت مورد بررسی قرارداد. در این واحد گاز سنتز از فرآیندهای کاتالیزوری اکسیداسیون جزئی وریفورمینگ با بخار آب تولید شده و سپس در یک راکتور بستر دوغابی حاوی کاتالیزور کبالت تحت سنتز فیشر- تروپش قرار گرفته و به واکس تبدیل می‌شد.

شرکت سینترولوم نیز در سال‌های اخیر در زمینه تبدیل گاز طبیعی به مایعات نفتی فعالیت داشته است. این شرکت به منظور صرفه جویی اقتصادی، استفاده از هوا به جای اکسیژن را برای تهیه گاز سنتز پیشنهاد کرده است. در سال‌های اولیه دهه نود، در شرکت رنتک آمریکا، یک واحد کوچک فیشر- تروپش که با استفاده از کاتالیزور آهن در یک راکتور بستر دوغابی، بنزین، نفت، دیزل و واکس تولید می‌کرد، مشغول به کار بود. این واحد در سال ۱۹۹۶ به شرکت پتروشیمی هند فروخته شد و در سال ۱۹۹۸ در شمال شرق هند با استفاده روزانه 10000 m^3 گاز طبیعی شروع به کار کرده است.

جدیدترین نوع فرآیند فیشر- تروپش توسط شرکت ساسول ارائه شده است. در این فرایند از راکتورهای بستر دوغابی استفاده می‌شود. پراکندگی ذرات کاتالیزور درون این راکتور باعث افزایش میزان اختلاط، افزایش