

高等學校教學用書

石油工學

第二卷 石油的催化破壞加工及熱破壞加工

第一分冊

蘇聯 斯·恩·奧布良德奇可夫著

石油設計局工藝室譯

石油工業出版社

高等學校教學用書

石油工學

第二卷 石油的催化破壞加工及熱破壞加工

第一分冊

蘇聯 斯·恩·奧布良德奇可夫著
石油設計局工藝室譯

蘇聯高等教育部審定作為高等石油學校教材

石油工業出版社

內 容 提 要

〔石油工學〕第二卷闡述石油殘油、餾出油和氣體的熱破壞加工及催化破壞加工等問題。

全書共十一章，敘述熱裂化、高溫熱解、焦化、催化裂化、選擇催化作用、破壞加氫、氣體經的加工等的理論、計算原理和工藝過程。爲了適應教學和現場的迫切需要全書分兩冊出版。本書僅包括前四章，書中主要敘述熱裂化和高溫熱解。

本書爲大學教材，亦可供從事石油煉製工業的工程技術人員參考。

С. Н. ОБРЯДЧИКОВ

ТЕХНОЛОГИЯ НЕФТИ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1952年莫斯科第三版翻譯

統一書號：15037·76

石 油 工 學

第 二 卷

石油的催化破壞加工及熱破壞加工

第一分冊

石油設計局工藝室譯

*

石油工業出版社出版 (地址：北京六鋪炕石油工業部十號樓)

北京市書刊出版營業登記證出字第 083 號

北京市印刷一廠排印

新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張7 $\frac{1}{2}$ * 183千字 * 印4,101—5,630冊

1954年11月北京第1版第1次印刷

1956年7月北京第1版第2次印刷

定價 1.2 元

譯者的話

本書係根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社出版的奧布良德奇可夫著，奧羅契科增編「石油工學 Технологиче нефти」第二卷1952年增訂第三版譯出的。原書經蘇聯高等教育部審定為「石油及氣體工學」專業學校教科書。

參加本書翻譯及校訂工作的有北京石油設計局工藝室郭雨東、徐承恩、吳惠錦、黎樹勛、黃宇樑、徐全昌、孫巨、李樹鈞、孟志光等同志。脫稿後，承北京石油學院翻譯室周家驊同志作校對及名詞統一工作，謹在此致謝。

由於參加翻譯的同志的業務及俄文水平不高，且均係初次參加翻譯工作，雖然翻譯的態度是比較嚴肅的，前後曾校對過三四次，但誤譯之處仍恐難免。其中尤以第三章中關於裂化裝置的反應設備一部分，因限於業務水平，體會不深，更恐有失原意，希讀者多加指教以便修正。

原編者的話

爲了祖國石油工業迅速的發展，奧布良德奇可夫對〔石油工學〕第二卷第三版（即本版）作了重要的修改。然而由於他的不幸逝世（1951年9月24日），以致原稿未能全部完成。因此在編輯過程中作了某些必要的補充。

其中，編者新寫的有：

- （1）裝有複雜反應設備的裂化裝置；
- （2）熱裂化反應設備的各種流程和結構的效能；
- （3）催化裂化的流程和操作條件的選擇；
- （4）汽油的催化處理；
- （5）破壞加氫的化學機理和動力學；
- （6）破壞加氫的工業裝置的工藝問題和流程。

對原稿作過補充的有下面幾部分：

（7）裂化的反應速度和基本因素——敘述了有關熱裂化的動力學（連續過程）、速度的溫度係數和這一過程的平均反應速度與平均有效溫度；

（8）裂化的反應加熱爐的操作——反應蛇管的動力學圖解法計算的數據；

（9）高溫熱解——安有移動的固體載熱體的裝置；

（10）催化裂化的化學機理及動力學——這一過程的動力學的原理；

（11）使用移動的粒狀催化劑的裂化過程——豎井式反應器的熱工學及溫度條件的述說。

由A. П. 季諾維也娃新寫的有：

（12）〔石油加工氣體的分餾〕一段；

（13）第九章〔石油破壞加工過程的熱效應〕。

在燃料的破壞加氫一章中，有關煤的加工部分係由 M. C. 蘇德色

羅夫斯卡婭所編寫。

此外，在其他各段的編輯過程中，也曾作過一些補充和修訂，此處不再一一列舉。

在本書的補充、修訂及編輯方面 А. Н. 普藍諾夫斯基、А. В. 阿格弗諾夫、季諾維也娃、С. К. 拉拉別可夫、М. П. 瑪辛娜、Т. Ф. 斯列普赫、Е. В. 斯米多維奇、М. С. 蘇德色羅夫斯卡婭、Н. В. 吉洪拉諾夫、Г. П. 烏里揚諾夫、А. В. 福羅斯特和 Н. И. 切爾諾茹可夫都曾提供了許多寶貴的意見。

目 錄

原編者的話

緒論 1

第一章 熱裂化的理論 14

烴類裂化的化學機理及作用機理 14

裂化反應的方向及其熱力學可能性 24

裂化反應的速度 27

決定裂化過程的基本因素 35

加深裂化的方法和循環裂化 54

裂化原料，裂化的各種方式 61

確定裂化物料平衡的近似公式 69

第二章 高壓裂化的工業系統 77

熱裂化裝置的基本流程 77

有管式反應段的原始裂化裝置 80

重油和寬餾分的雙爐裂化 84

雙爐裂化的工業裝置 87

裝有複雜反應設備的裂化裝置 93

多爐聯合裂化的裝置 97

液體餾分的臨氣裂化 103

第三章 裂化裝置的反應設備 110

管式加熱反應爐在裂化時的作用 110

關於熱裂化反應設備的各種流程及構造的效率 118

第四章 低壓裂化工業裝置 132

低壓高溫裂化（氣相裂化） 132

高溫熱解 139

氧化裂化 161

焦化 166

譯名對照表 182

關於石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術。

蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術。

蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術。

蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術。

蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術。

蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術，蘇聯石油工業的科學與技術。

石油破壞加工的重要性的發展史

石油破壞加工包括使原料油的分子構造發生不同程度的變化的各種過程。這種變化可以分為兩種情況：一種是使原料的分子分解為較小分子，另一種是使原料分子或經過初次分解的小分子合成為與原來分子的構造迥然不同的新分子。這兩種過程（分解和合成）都或多或少地出現在石油破壞加工的所有工業過程中，其中很多過程稱為[裂化]。

裂化（Крекинг）一詞來自英文 [to crack]，原意有劈開、打開、破壞的意思，故裂化就是使原來的分子分解成為較小的分子，但在一般的情況下，分解與合成總是同時發生的。

裂化的研究在十九世紀末葉即已開始，然而這些研究往往是偶然的，所以很難得出正確的結果。例如，恩格勒爾和依基爾斯基對從原油中蒸出的 $200-221^{\circ}$ 的餾分，在再蒸餾時其初餾點變為 150° ，而至 200° 時已蒸出 50% 的現象解釋成分解。

現在我們有了關於蒸餾的知識，對這一點就很清楚，即此處不是什麼熱分解，而是由於分餾設備不好因而使所取得的餾出物中含有了輕餾分的緣故。

在很早以前，石油加工的發展便已經遇到了石油餾分在高溫時部分分解的問題，例如當蒸餾重油以得到潤滑油時。但是這種分解現象是有害的副作用，必須儘量防止這一作用的發生。然而很早就有人提議用裂化法來製取有價值的產品。

在石油的破壞加工的研究上，以及在它的各種工業過程的發展上，俄國的學者曾起了很大的作用。俄國和蘇聯的學者、工程師和生產革新者在石油科學和石油加工技術的發展上的光輝成就在本書第一卷中已有專章談及^①，同時在本書作者^②的許多論文中和塞爾庚^③

(С.Р. Сергинко)的著作中亦有講述。

以後在討論到各個過程時，對俄國學者和工程師在創造上和發明上所佔的重要地位將另有補充。

此處祇敘述蘇霍夫^①在1890年所提議的石油在高壓下裂化的第一個裂化裝置。

蘇霍夫對後來在美國所出現的裂化工廠裝置的一些主要特徵，他早二十年就已熟知了。應當指出，在那時（十九世紀末葉）裂化的目的不是為了獲得汽油而是獲得煤油——那時的主要石油商品。因此，當時對石油深度加工的要求還沒有被提出來。例如在巴庫，為了得到煤油寧願耗費兩倍多的便宜的原油（原油的價格為每普特¹/₄—2 戈比），而不願意從事於索拉油和重油的再蒸餾。因此，更沒有機會利用裂化法了。雖然重油經裂化後能產生64%的煤油，但是由於蒸餾速度緩慢、精製手續複雜，同時，還必須進行再蒸餾的緣故，故當每普特煤油僅值12—14 戈比時，裂化過程是無利可圖的。直到有了20世紀，當汽油已變為原油加工的主要產品，而直餾汽油已不能滿足增長着的需要時，工業上才採用了裂化法。

早在第一次世界大戰開始之初，由於汽車工業，稍後航空事業迅速發展的結果，遂使當時從天然石油中提出的汽油餾分完全用掉，而且需要量還是日益增長。於是便祇有藉裂化法來煉製汽油了。

今天在市場上銷售的發動機燃料，50%以上是用裂化法所生產的。

1913年出現了第一個裂化的工業裝置。這是一種釜式裝置——釜下有爐膛（見第1圖）。釜中裝以25—35噸的柴油，在10—15大氣壓下加熱至400—410°C。分解產物成蒸氣經由蒸氣導出管而進入冷卻器。裂化釜的操作是間歇進行的，每次操作均進行到結焦為止。操作周期為三晝夜。在釜式裂化裝置中，油品的加熱與反應均在同一

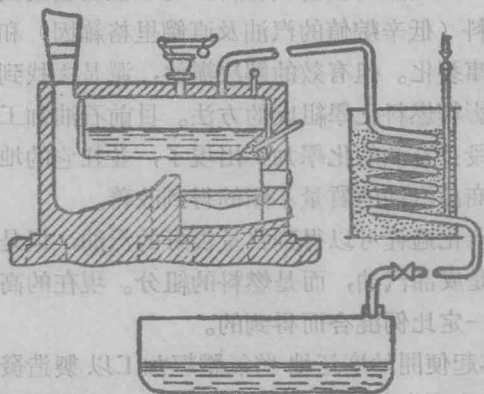
① 見И. Л. 古爾維奇石油工學，第一卷，第二版，1952。

② 見С. Н. 奧布良德奇可夫俄國學者在發展石油科學中的作用，石油事業第8期，第53頁，1948。

③ 見С. Р. 塞爾庚俄國學者在發展化學和石油工學中的作用，Гостоптэхиздат，1949。

④ 見В. Г. 蘇霍夫評石油在高壓下蒸餾和分解的專利權，石油和頁岩第10期，第481頁，1925。

的設備（釜）中進行。這是不方便的也是很危險的，因為裂化時所結成的焦惡化了加熱的條件。1916年出現了管式裂化裝置，在這種裝置中加熱和反應是分開進行的，加熱是在管式爐中進行，而裂化反應則在另外一個設備——反應室中進行。



第1圖 釜式裂化裝置流程圖

正如每一個新方法初出現時所常有的情形一樣，在最初年代裏產生了很多裂化裝置系統，而從其中極力尋找較合理的流程。最初似乎裂化過程能在各種不同的設備中以各種不同的方法進行，並得到顯著不同的結果。但是很快就弄清楚了，裂化過程只能按少數的幾種方法進行。任何要用於工業的裝置都應該遵守的共同原則也給確定了。在這一段時期中，裂化裝置發生了複雜的演變——從處理量僅為幾十噸的間歇操作的釜式裝置，經過裝有爐外反應器的管式加熱爐，而發展成現代的裝置。在新型的裂化裝置中，裂化過程主要是在爐子中的蛇形管中進行的，而爐外絕熱反應器亦是所希望的設備，但並不是另外加深裂化所必須的設備。新型的裝置總括了許多複雜的操作，以原油的蒸餾開始，至裂化汽油的穩定和精製為止，其處理量可達每晝夜數千噸。

因汽車運輸業的巨大發展而加給石油工業的任務，是藉裂化過程來解決的，因為採用裂化後，比原油只進行簡單蒸餾時能夠得到更多的發動機燃料。但在二十年代的末期却提出了新的問題，僅僅解決了量的問題還是不夠的。隨着發動機製造工業的進步顯示出了一點，即

不是任何一種汽油都適合於發動機的，對於發動機燃料除了要求特定的餾分組成外，同樣也要求特定的化學組成。在石油工業面前產生了一個新任務——不僅要供應機械運輸業以一定數量的發動機燃料，而且還要供應以一定質量的發動機燃料。爲了改善發動機燃料的質量，必須用新的原料（低辛烷值的汽油及直餾里格羅因）和採用更嚴格的操作條件來從事裂化。但有效的解決辦法，還是去找到一個比用一般裂化作業更能影響燃料化學組成的方法。目前石油加工工業已經進入了新的發展階段：石油的化學加工出現了，並且它的地位日益顯得重要。這保證了商品汽油的質量不斷的得到改善。

應用各種催化過程可以得到質量很好的汽油，但是這些催化過程所生產的並不是成品汽油，而是燃料的組分。現在的高級燃料就是由這些組分，以一定比例混合而得到的。

自 1935 年起便開始廣泛地將氣體烴加工以製造發動機燃料，而在 1938 年後催化裂化却得到了很大的發展。在戰爭期間出現了許多工業裝置，許多年來的研究結果完全綜合在這些裝置上了。現在，石油餾分的裂化不僅應該看作是將原油中的重餾分直接變爲輕質發動機燃料的過程，而且還應該看作是爲化學加工準備石油原料的過程。但是人們對石油「化學加工」這個概念的認識還常常是不正確的。人們把石油的化學加工理解爲生產化學品（酒精、醚、酸和鹵化衍生物等），而忘記了石油工業的規模。但是，在 1942 年，全世界的石油產量將近 292 000 000 噸，以全世界人口而論，每人每日可得石油 0.5 公斤。爲了製取「有價值的化學品」的話，是不可能消耗如此大量的石油的。所以，石油工業獲得如此的規模及發展，其原因是由於石油是熱能的供應者——燃料。從石油中得到的 95 % 的產品過去、現在和將來都要用來作爲燃料。雖然由石油中能夠獲得比現在所獲得者更有價值的其他產品，但這並不等於說在石油工業的規模中來製取這些產品是需要的和在經濟上也是有利的。

關於合理的使用石油殘油的問題，門捷列夫^①說得很清楚：「爲了

① 見 А. И. 門捷列夫高加索和北美賓夕文尼亞州的石油工業，СНБ，1877。又見格羅茲內石油勘查工作總結，第 647 頁起，1927。

得到高溫，石油是一個不可估價的實物，因為其中的東西全部可以燃燒……在某些特別的情況下石油作為燃料是合適的也是方便的……而內燃機以石油作為燃料是特別方便的，在內燃機中石油或石油產品在活塞下產生爆炸作用而作功。

所以對於石油的化學加工不應該僅僅了解為化學品的生產，而應該知道現代化的石油破壞加工的主要目的是生產質量優良的燃料。現代化的技術不僅保證了從石油中取得品質很高的石油產品而且也免除了因石油資源可能耗盡而引起的缺乏汽油的危險性。人造液體燃料的生產是和石油破壞加工過程密切地相關着的。第一次世界大戰刺激了人造燃料和人造潤滑油的生產的發展，這一生產的技術已經發展到了這樣一個地步，即在 1941 年在歐洲石油代用品的生產量已達 6000 萬噸。製造人造發動機燃料的基本方法是煤的加氫；用一氧化碳與氫氣來製造烴類的合成方法所佔的比重要小得多。人造發動機燃料目前仍是比較貴的；而其成本大約為從現代化石油加工方法所獲得的同類產品的 1.5—4 倍。

石油破壞加工的幾個主要方法

為了加工各種不同的原料（由最簡單的氣體烴開始，包括所有從最輕的一直到最重的石油餾分，到可燃的固體礦物止），為了獲得目前所需要的各種產品（各種性質的汽油、發動機燃料的高辛烷值添加劑，具有各種不同用途的個體烴等），已經研究出了很多的石油破壞加工過程。

為了便於研究這些過程，必須很好的加以系統化。下列破壞加工過程的分類法是作者所提出的，它是按照各個過程的主要特徵來劃分的。

熱裂化——主要是分解反應，合成反應只佔從屬地位。

(甲)高壓熱裂化——在高壓熱裂化中縮合反應（疊合、烴化等）較強。

1. 低溫裂化 通常在低於 490°C 及 20 大氣壓或更高的壓力下進行（壓力高於原料中主要餾分的臨界壓力）。原料是直餾殘油或重質

餾出油。此過程之主要目的是在於獲得汽油和降低殘油的粘度。過程的其他名稱爲：「裂化的最先型式」，「輕度裂化」，「減粘過程」，「液相裂化」。這種把重質原料加以比較輕微的裂化的過程除得到一些氣體、汽油和瓦斯油餾分（瓦斯油餾分以後要在更嚴格的條件下進行裂化）而外，並降低了殘油的粘度和它的凝固點。

2. 高溫裂化 通常在 500°C 或更高的溫度下進行，壓力爲 50—70 大氣壓（表壓）。原料爲輕餾分——里格羅因、煤油和瓦斯油。其目的在於獲得汽油。

由於這一過程應用在低辛烷值的汽油和里格羅因上，故被稱爲熱轉變——「重整」，雖然在本質上它與裂化並沒有什麼原則的區別，故對這一過程不必要引用這一名詞。很顯然，美國首創及應用的「重整」這一名詞是廣告性的叫法，因爲輕餾分的裂化過程最先是簡單地稱爲裂化的。

輕餾分（主要是里格羅因）的裂化與氣體烴（ C_3 及 C_4 餾分）的熱疊合聯合進行的過程在美國稱爲「疊合重整」（由疊合及重整二個名詞演變而來），高溫裂化過程的總名是「深度裂化」。

不管壓力多高，作業都是以氣相進行的，因爲 500°C 或更高的溫度已遠超過原料的臨界溫度了。

（乙）低壓熱裂化——縮合反應較弱；高溫時有合成（縮合）反應進行。

1. 低壓高溫熱裂化 在 550°C 或更高的溫度和常壓或 2—5 大氣壓（表壓）的壓力下進行。原料爲餾出油。此過程在現在的目的是在於獲得爲化學加工用的富於烴烴的氣體（特別是乙烯）。此過程的另一名稱——氣相裂化——仍然被保留着，雖然現在許多石油的破壞加工過程都是以氣相進行的。

2. 高溫熱解 在 700°C 左右或更高的溫度及常壓下進行，其目的在於獲得富於烴烴的氣體及芳構化的焦油。

3. 氧化裂化 其特點是把純氧或空氣通入反應段中，氧氣將一部分原料氧化，放出的熱量則用來使反應得以進行。按產品的性質及操作的指標來說，此過程接近於普通的氣相裂化。

4. 焦化 是在常壓及液相下進行的。原料為重質石油殘油。其目的（由原料的性質而定）一般在於獲得裂化原料或無灰的石油焦炭。

5. 電弧裂化 其目的是在於獲得富於乙炔的氣體。

催 化 過 程

(甲) 催化裂化 將石油原料（寬馏分）加工以製取低沸點馏分（主要是汽油）的過程，都是在有能够使裂化反應加速的物質存在下而進行的。

1. 在接觸式催化劑上的裂化 其作用機理必須遵循多位學說。

此處除了裂化作用外，脫氫和環化的反應也強烈地進行着。

原料——里格羅因和瓦斯油；主要產品——高度芳構化的汽油，有時為富於烯烴的汽油和氣體。反應在高溫（ $510-540^{\circ}\text{C}$ ）和高壓下進行，且在這一過程的進行當中，通入氣體。

(a) 在氫壓下的催化芳構化（臨氫重整，HF, DHD, DBA 或在高壓下脫氫）——這一過程在 20 到 50 大氣壓（表壓）及氫壓（以在此過程中獲得的氣體來循環）下進行。原料為里格羅因；目的在於獲得芳構化汽油。

(б) 可再生的催化裂化（環化改質）——這類過程的原料為瓦斯油或里格羅因。其目的在於獲得富於不飽和烴的汽油和氣體；同時亦可獲得芳構化汽油。

2. 在成絡催化劑上的裂化 此類催化劑不僅能加速裂化反應而且也能猛烈地促進異構化作用及氫的重分配作用，氫的重分配作用的結果生成飽和的輕質產品和膠狀物質——催化劑上的「焦炭」。得到的汽油是很穩定的而且辛烷值也很高。

(a) 在鹵化催化劑（ AlCl_3 等）上的裂化——此類催化劑能大力促進異構化作用與氫的重分配作用；得到的汽油和氣體中完全不含有不飽和烴。過程在 150°C 或較高的溫度下進行。此類過程目前在經濟上還是不合算的。

(б) 在矽酸鋁催化劑上的裂化——此類過程是催化裂化的主要

形式。矽酸鋁的作用與氯化鋁相同，但是比較弱一些。裂化過程在 $450-500^{\circ}\text{C}$ 的溫度及常壓下進行。原料為瓦斯油和更重的餾分；目的在於獲得高級的車用汽油和航空汽油的基本組分。此類作業有下列幾種形式：

(1) 在用鹽類熱載體的換熱器式反應器中和絕熱反應器中（正確的說法是在再生式反應器中）的固定床催化裂化；

(2) 在豎井式反應器中移動床粒狀或球狀催化劑裂化（在美國稱為摩摩福爾催化裂化——TCC）；

(3) 流化床粉狀催化劑裂化（美國稱為「流體化過程」）。

(乙) 石油烴類的催化轉化或選擇催化作用——此類過程為石油窄餾分及單一烴的加工過程。其特徵為祇進行一種使原料烴的分子發生改造的選擇反應，而分子中的碳原子的數目通常是保持不變的。

1. 環己烷類的去氫過程在 300°C 及常壓下進行。原料為環烷基石油的汽油中的窄餾分。目的在於獲得甲苯或芳構化汽油。

2. 烷烴的環化在常壓及 500°C 或更高的溫度下進行。原料是石臘基汽油的窄餾分。其目的在於將己烷以上的烷烴轉化成芳香烴。在此過程中的主要反應是催化芳構化。

3. 烴鏈的去氫（低分子的烷烴、丁烯、乙苯）在常壓或更低的壓力及 $550-600^{\circ}\text{C}$ 的溫度下進行，有時以 CO_2 或其他的物質沖淡之。

4. 異構化：

(a) 烷烴的異構化在低於 170°C 的溫度下進行。原料為正丁烷、戊烷和汽油的輕餾分。

(b) 烷烴異構化的過程溫度為 $300-350^{\circ}$ 左右。這是在成絡催化劑上進行的主要反應之一；

(c) 環烷烴的異構化作用是使五碳環烷轉變為六碳環烷，而後者再去脫氫。

(丙) 加氫過程。

1. 非破壞性的加氫過程在不太高的溫度（ $200-420^{\circ}\text{C}$ ）及不同的壓力（由催化劑的活性及加氫原料的性質來決定）下進行。其目的

是使原料因加氫而飽和，並且不致改變其分子內碳原子的數目（此過程也可算是選擇性催化過程）。此法用來將二異丁烯加氫而得異辛烷，有時也採用此過程將裂化汽油加氫。除此而外，發動機燃料的脫硫^①、芳構化瓦斯油和潤滑油的加氫等也曾採用這個過程。

2. 破壞性加氫在 200—700 大氣壓（表壓）的氫壓及 380—440 °C 或更高的溫度下進行。其目的是使含氫極少的原料轉變為汽油或柴油。

氣體烴的合成法

（甲）疊合

1. 高壓熱疊合的溫度在 500 °C 以下，壓力在 100 大氣壓（表壓）以下。原料為烴烴的含量很高的氣體，而其目的在於獲得高度不飽和的疊合汽油。

2. 高溫熱疊合在低壓下進行。此過程在實質上是與高溫熱解相似的破壞疊合。原料可以是任何的氣體烴。目的在於獲得高度芳構化的疊合汽油。

3. 非選擇性催化疊合（通常以 H_3PO_4 為催化劑）；溫度在 250 °C 以下，壓力在 65 大氣壓（表壓）以下。原料為富於烯屬烴的氣體；目的在於獲得不飽和的疊合汽油。

4. 選擇性的催化疊合（以硫酸——分冷法及熱法兩種、磷酸及矽酸鋁為催化劑）。原料為 C_4 餾分，目的在於獲得製造異辛烷的二異丁烴。

（乙）烴化

1. 熱烴化——異丁烷與乙烯的烴化在 500 °C 及 300 大氣壓（表壓）下進行。產品為 2,2 二甲基丁烷（新己烷）。

2. 催化烴化——異丁烷與異丁烯的烴化或與其他烴烴的烴化都

① 嚴格地說來，將燃料加氫脫硫看作破壞加氫過程是比較更正確的，因為這一個過程中含硫化物破壞並放出硫化氫。但是，在石油餾出物的加氫脫硫時，分子中的碳結構很少變化（環狀含硫化物、二硫化物等的偶然斷裂不計），因此可將這個過程看作是一種非破壞性加氫過程。——編者註

