

基本館藏

34977

中央人民政府高等教育部推荐高等学校教材试用本

石油工學

第三卷 石油產品精製與特殊產品製造

第一分冊

蘇聯 恩·伊·切爾諾茹可夫著

北京石油學院石油煉製系石油工學教研室譯



燃料工業出版社

中央人民政府高等教育部推荐高等學校教材試用本

石 油 工 學

第三卷 石油產品精製與特殊產品製造

第一分冊

蘇聯 恩·伊·切爾諾茹可夫著

北京石油學院石油煉製系石油工學教研室譯

★蘇聯高等教育部審定作為「石油及其氣體工學」專業學生教材★

燃 料 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書係根據蘇聯恩·伊·切爾諾茹可夫所著「石油工學」第三卷「石油產品精製與特殊產品製造」的前一部分譯出的。內容包括「石油燃料精製技術」和「輕油產品的精製」兩章。

「石油工學」共分三卷，第一卷為伊·勒·古列維奇所著，其中敘述是關於石油的一般性質與初餾；第二卷為斯·恩·奧布列雅德奇可夫所著，專論裂化方面的問題。



石 油 工 學

ТЕХНОЛОГИЯ НЕФТИ

第 三 卷

石油產品精製與特殊產品製造

第一分冊

* 根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТСПТЕХИЗДАТ)1959年莫斯科俄文增訂第三版翻譯

Н. И. ЧЕРНОЖУКОВ 著

北京石油學院石油煉製系石油工學教研室譯

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街原辦公處

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：李 英 校對：趙迦南 李 靜

書號160·油15·25開本·110頁·98,000字·定價7,500元

一九五四年三月北京第一版(1—4,300冊)

版權所有★不許翻印

中央人民政府高等教育部推薦

高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：「蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯繫實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。」我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

前 言

本書係根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社出版的切爾諾茹可夫(Н. И. Черножуков)著「石油工學」(Технология нефти)第三卷「石油產品精製與特殊產品製造」(Очистка нефтепродуктов и производство специальных продуктов)1952年增訂第三版譯出的。原書經蘇聯高等教育部審定為「石油及其氣體工學」專業學生教科書。

本書第三卷中譯本分二冊出版。第一分冊內容為輕油品處理。第二分冊內容為潤滑油精製及特殊產品製造。

參加本書翻譯和校訂工作的為北京石油學院石油煉製系石油工學教研室武遲、楊光華、張懷祖、王明德、李集田、施肇善、柳庸行、陳毓年等同志。

全書(石油工學)共分三卷，第一卷為古列維奇(И. Л. Гуревич)所著「石油的一般性質與初餾」(Общие свойства и первичная перегонка нефтей)；第二卷為奧布列雅德奇可夫(С. Н. Обрядчиков)所著，其中論述石油裂化問題，因教學上對此三卷的需要有緩急之分，故先行出版第三卷，其餘兩卷當繼之出版。

目 錄

原序	5
第一章 石油燃料精製技術緒言	7
石油燃料的分類	7
汽化器發動機燃料質量的幾種主要規格	9
馏分組成	9
蒸汽壓	12
抗爆性	13
硫化合物的含量及性質	19
抗氧化安定性	22
快速和固定式的柴油機燃料的主要性質	24
自然點	25
自然點誘導期	25
柴油機中的震擊	26
與燃料供給系統的操作有關的柴油機燃料性質	28
噴氣機燃料	30
第二章 輕石油產品的精製	32
概論	32
輕油品精製方法的發展簡史	33
輕油品液相精製所用的設備	35
輕油品的鹼洗	46
輕油品的硫酸洗滌	49
輕油品硫酸洗滌的條件	54
輕油品酸鹼洗滌的方法	59
輕油品酸鹼洗滌的連續裝置	59
煤油的酸鹼洗滌	68
酸洗後裂化汽油的再蒸餾	70
裂化汽油的熱疊合精製	74
裂化汽油的白土氣相精製	78
氯化鋅精製	83
石油馏分的脫硫	84

汽油的脫硫醇.....	86
亞鉛酸鈉脫硫.....	87
加強化劑 (усилитель) 的苛性鹼溶液脫硫醇法.....	89
汽油的催化脫硫.....	91
加氫脫硫.....	98
裂化汽油中抗氧化劑的應用.....	103
石油餾分高溫熱解所得芳香烴的精製.....	103
譯名對照表	110

原 序

在幾個斯大林五年計劃勝利完成後，建立了製造現代化技術工具的新的工業部門，這些技術工具就是各式各樣的發動機和大型的機床與機器，它們對發展我們祖國的經濟有着重大的意義。

國民經濟中最重要任務就是經濟地和有效地利用這些工業部門所已製造和正在製造的大批發動機、機床和機器的全部能力。

各種發動機和機器利用得是否經濟和有效不僅與它們的構造特點有關，並且與燃料和能否保證它們的良好操作的潤滑材料的質量也有關。

在幾個斯大林五年計劃的年代中，作為燃料和潤滑材料主要來源的石油煉製工業也得到根本的改建。

石油煉製方法不斷地在發明着和改進着；在我國已經建立了和正在建造着許多用最新技術裝備起來的石油煉廠。

斯達哈諾夫工作者和生產革新者積極地參加改建和改進舊有工廠的裝置和設備的工作，爭取最有效地利用舊有的裝備，提高石油產品的產量和質量，減少藥品的消耗和降低輔助操作的費用。

斯達哈諾夫工作者的經驗的總結和分析，為燃料和潤滑材料生產的發展、改進及其質量的提高開闢了無限的前途。

石油產品的商品質量主要決定於石油煉製原料餾分或產品的性質，同時與精製方法和精製條件的選擇有關。

我們石油煉廠的革新者們在近幾年來對於精製作業作了並且還繼續作着重大的改進。

由於石油產品的精製是製得燃料和潤滑油成品全部工作的最後一步，所以對於各個精製方法的原理的研究和評價就成為「石油工學」課程的最重要的一部分。

因此本書中特別注重闡明各個方法的原理和在實際中為提高石油

產品質量而採用這些原理的具體場合。

作者對於諸位生產工作者，科學工作者和大學生們關於本書第二版的材料所提供的意見表示感謝。

作者同樣地向不辭勞苦評閱原稿並對本書提供了寶貴意見的阿塞爾拜疆工業學院石油化學與工學教研室和布蘭施尼可夫（В. Т. Бражников）工程師表示謝意。

第一章 石油燃料精製技術緒言

石油燃料的分類

石油產地的石油和氣體經煉製所得燃料，分為發動機燃料和鍋爐燃料兩類。發動機燃料用於開動各種內燃機，而鍋爐燃料是在蒸汽機車爐中、固定的(стационарный)蒸汽鍋爐中和工業用爐(熔鋼爐、冶金爐、製玻璃用爐等)中燃燒用的。

發動機燃料依照組成和用途特點分為：

1) 汽化器(карбюратор)的——在汽化後的燃料與空氣預先混合後並在燃燒室中用發火栓點火的發動機中燃燒用。

2) 柴油機的或發動機的——用於柴油機或石油發動機中，燃料是噴入充滿壓縮空氣的燃燒室中並在一定的條件下自行燃燒的。

作為汽化器燃料的，有天然石油氣體、裂化氣體和石油的低沸點餾分以及裂化產品。

石油氣體在壓縮和液化狀態下使用。

在壓到 200 大氣壓的狀態下使用的有：1) 天然氣體中的甲烷和乙烷，2) 裂化氣體中的氫-甲烷和乙烷-乙烯餾分。

在液化狀態(在 15 大氣壓下)使用的，有從石油氣體分出的丙烷、丁烷及其混合物，也有從石油產品裂化所得氣體中得到的丙烷和丁烷餾分及其混合物。

液體汽化器燃料又分為輕重兩種。

輕燃料就是汽油。汽油是直餾或裂化產品中沸點最低的，在 200—205°C 以下就餾出的餾分的總稱。

汽油分為航空汽油和汽車汽油兩種，航空汽油的沸點不超過 170—180°C，而汽車汽油的沸點不超過 205°C。

汽化器重燃料包括里格羅因(лигроин)和煤油，里格羅因是沸點範圍為 140—250°C 的餾分，而煤油是原油直餾和裂化所得沸點範圍

為 180—315°C 的產品。

航空汽油目前是從石油低沸點餾分所得所謂主體汽油 (основной бензин) 和高沸點石油餾分以及特殊組份的催化裂化產品的混合物。這些組份 (大都是裂化氣體加工所得合成烴類) 包括:

- 1) 異戊烷——由石油氣體精餾而得。
- 2) 異辛烷——將裂化氣體中的丁烯疊合所得二分子疊合物 (雙異丁烯) 加氫而成。
- 3) 烴化汽油 (烴化物)——有硫酸或氟氫酸存在時用丙烯、丁烯和戊烯將異丁烷烴化所得合成烴類混合物。
- 4) 烴化苯——包括異丙基苯和異丁基苯, 是在有硫酸或氟氫酸存在時用丙烯和丁烯將苯烴化而得。
- 5) 高溫熱解苯——由石油餾分高溫熱解產品中分出的苯和二甲苯的混合物。
- 6) 甲基苯胺和二甲基苯胺 (二甲苯胺)——甲苯和二甲苯硝化所得硝化產物再用氫還原所得駁類。
- 7) 抗爆劑 (乙基液) (этиловая жидкость)——四乙鉛 $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ 和溴化乙基以及一氟化苯的混合物。

從這些組份中可取一種或兩、三種加入主體汽油中以改良他們在航空汽化器發動機中的燃燒情況。

汽車汽油有時是石油的低沸點餾分。但是他們大都是石油餾分熱裂化和催化裂化後的蒸餾產品。

改良汽車汽油發動機性質所用的添加劑首推乙基液。

里格羅因和煤油大都是原油直餾時所直接分出的餾分。有時他們與石油產品裂化後所得的相當餾分混合。

柴油機 (發動機) 燃料分為:

- 1) 輕的 (根據蘇聯柴油機燃料命名法命名)——是石油直餾時在煤油餾分之後所取得的餾分 (瓦斯油) (газойль) 或者是輕的潤滑油餾分 (索拉油餾分) 與煤油的混合物。
- 2) 重的——是自索拉油 (соляр) 餾分起到蒸去煤油和瓦斯油後所剩石油殘油 (мазут) 止的許多產品。

所有的發動機(柴油機)燃料使用時大都不添加補助組份。

鍋爐燃料包括所有自直餾和裂化產品中蒸去輕餾分(汽油和煤油餾分)後所剩的各種粘稠的重殘油。

汽化器發動機燃料質量的幾種主要規格

汽化器發動機燃料的質量決定於以下各主要規格：1) 餾分組成，2) 蒸汽壓，3) 抗爆性(антидетонационный)，4) 硫化合物的性質和含量，5) 抗氧化性。

餾 分 組 成

用在汽化器發動機中的燃料應有在該溫度條件下良好的汽化度(испаряемость)，以便其蒸汽與空氣形成均勻混合物。

爲了測定發動機輕燃料(汽油)的汽化度，試用了好多種方法，其中大都是沿用汽化的原理。但是這些方法所以不能把他們用到日常檢查汽油性質上的原因之一就是它們太複雜。並且專門的研究也證明了燃料的汽化度及其使用性能可以用比較簡單和在實驗室中可以作到的方法作出相當近似的估計，例如，在帶有溫度計和冷凝器的燒瓶中，在保證餾分均勻和緩慢餾出的一定加熱條件下，將 100 毫升燃料進行蒸餾即可測定其餾分組成。記下燃料開始沸騰的溫度(蒸汽中)和每餾出燃料總體積 10% 時的溫度，即可作出表示餾分餾出百分數和溫度的關係的蒸餾曲線。

在周圍空氣溫度較低的條件下，若將汽油在汽化器和發動機給氣管中汽化，則一部分汽油汽化，而另一部分則仍爲液態。經研究的結果證明，要將汽化器發動機開動必須使空氣和汽油蒸汽的比例約爲 13:1 才行。

開動發動機時須採用某些方法，使汽油和通過汽化系統的空氣的比例較經常要大些。這時只有一部分汽油(最輕的汽油餾分)汽化，所以必須多加汽油才能使空氣和汽油蒸汽的比例達到必需量。這個在發動機開動時形成必需的可燃混合物(рабочая смесь)的可能性由燃料的 10% 餾出溫度可以代表。換句話說，燃料的 10% 餾出點決定了他

的所謂開動性能。

把各種汽油馏出 10% 時的各個溫度與其在發動機的汽化系統中汽化 10% 的各個溫度(開動時每分鐘軸轉 10 次)並列起來,便得到在第 1 表中所表示的關係。

燃料汽化 10% 與 10% 點溫度的關係

第 1 表

蒸餾時 10% 點的温度, C°	在大氣壓力下, 空氣和汽油的比等於 12.5:1 時, 燃料汽化 10% 時的温度, C°
54	-20
60	-17
66	-13
77	-6
82	-2

汽油馏出 10% 的溫度越低,則發動機開動越容易。

這並不是說,其 10% 馏出溫度為 82°C 的汽油就不能在 -15° 開動發動機,而是說,開動很困難,於是就需要在混合物中增加很多汽油,這樣,汽油中不汽化和不起作用的部分也就增多。

汽油的 10% 馏出溫度若太低,則會由於在汽油導管中有些低分子烴類蒸發所形成的氣塞(газовая пробка)把導管堵住。這就引起燃料向汽化器輸送的中斷和發動機的停止。

所以判斷汽油開動性能的標準還有汽油的最低允許初馏點和其他性質,下面就要談到。

按照蘇聯所用航空和汽車汽油規格,他們的開動性能由以下數值代表:航空汽油——初馏點不低於 40°C, 10% 馏出點不超過 82—88°C; 汽車汽油——10% 馏出溫度應不超過 79°C。

在發動機燒熱和轉速變大階段,燃料的所謂[變速性](приемистость)有重大的意義,變速性可用燃料的 50% 馏出溫度來代表。此溫度越低則燃料越容易汽化,發動機熱足和轉速變大所需要的過渡時間就越短。

汽油 50% 馏出溫度的規格如下:航空——不超過 105°C, 汽車——不超過 145°C

汽油餾出 90% 時的溫度代表在壓縮末尾時可燃混合物在汽缸中的組成。此溫度決定了熱足了的發動機的變速性，那就是說，有由低速變為高速和由高速變為低速的可能性。

燃料的 90% 餾出點越低，則其總汽化度越好。燃料的 90% 餾出點若高，則它在給氣管中完全汽化所需的溫度就高，也就是說發動機熱得很足才行。

一般說，燃料很少能在進入發動機汽缸前完全汽化。汽化之完全與否與發動機的溫度和空氣燃料混合物的露點有關。若發動機在開動前長期處在冷的狀態並未加熱，則未汽化的燃料液滴附着在冷的汽缸壁上就會稀釋潤滑油。汽油的 90% 餾出溫度在某種程度上可以作為判斷對發動機匣潤滑油稀釋可能性的標準。汽油的 90% 餾出溫度和致使潤滑油稀釋的空氣平均溫度的關係如第 2 表所示。

汽油的 90% 餾出溫度和致使潤滑油稀釋的溫度的關係 第 2 表

90% 點的溫度, °C	空氣的平均溫度, °C
180	-18
185	-15
190	-9
195	-4
200	0

燃料的 90% 餾出溫度，對於航空和汽車汽油來說，按照蘇聯的標準有以下的規格：對於航空汽油來說，90% 餾出溫度不超過 145°C，對於汽車汽油來說，不超過 195°C。

由於燃料的不完全汽化而使潤滑油稀釋的可能性也由燃料的終餾點來決定，此外還由終餾點和 90% 餾出溫度間的距離來決定。隨着終餾點的升高，潤滑油的稀釋和因燃料不完全燃燒而引起油渣的生成 (нагарообразование) 的程度也就增加。蒸餾後的殘留物，那就是說在按照技術條件把燃料蒸餾到已達終餾點後在蒸餾瓶中殘留物質的量，是有特殊意義的。

蒸餾時的損失是由於通過冷凝器時一部分燃料未能冷凝的緣故。汽油中低分子烴類含量越多，也就是說汽油越不安定時，則蒸餾時損

失越大。汽車和航空汽油在這些數值上的特徵，按照通用規格則如第3表所示。

汽油在終餾的規格

第3表

數	值	航 空 汽 油	汽 車 汽 油
終餾點不超過，°C		180	205
蒸餾後殘留物不超過，%		1.5	1.5

在特別預熱條件下操作的汽化器發動機重燃料，按照技術規格有第4表中所列的特徵，

里格羅因和煤油各餾出溫度標準

第4表

燃 料	至少餾出，%		80%餾出溫度不超過，°C	終餾點不超過，°C
	150°前	200°前		
拖拉機里格羅因	12	90	—	230
拖拉機煤油	—	20	270	315

蒸 汽 壓

液體燃料飽和蒸汽的蒸汽壓是指在該溫度下和在液相與汽相有一定的體積比的條件下，所達最大的蒸汽壓而言。

航空和汽車汽油蒸汽壓的測定都是重要的。蒸汽壓是在特殊的儀器（裝有氣壓表的彈形器）中在 38°C 和液氣相體積比為 1:4 的條件下測定的。

輕燃料的蒸汽壓是在汽油導管中形成氣塞的可能性的指標。氣塞——這就是在燃料供給系統中所生成的汽油蒸汽的大顆氣泡，會破壞汽油到汽化器的均勻供給。

只要燃料的蒸汽壓高於外壓，特別是當飛機在高空飛行時，便會生成氣塞。在這種情形下，汽油蒸汽壓的過高可使高空飛行困難，故成為主要的缺點。所以在航空汽油的規格中，蒸汽壓便成為汽油質量

的重要指標。對於汽車汽油來說，也由於以上關於航空汽油所舉的各種原因，高蒸汽壓是不好的。在冬季使用汽車時，汽油在某種限度內的高蒸汽壓會由於有輕的烴類而使發動機開動容易的緣故而起着好的作用。

蘇聯航空汽油蒸汽壓的規格是在 38°C 下不超過 330—360 毫米水銀柱。

抗 爆 性

抗爆性是決定汽化器發動機燃料合適與否的主要性質之一。

對於提高現代汽化器發動機能力的研究引起了對於燃料蒸汽和空氣的混合物在電花點火前壓縮比的增加，也引起了增壓的利用和轉速的增加。

如在汽車發動機中平均壓縮比由 4.4:1 增到 6.15:1，便使其能力增大 70% (汽缸的體積為 1 升)。但是壓縮比增到 6:1 時，即遭到燃料質量方面的嚴重困難，因為所用之汽油，有很多會引起劇烈震擊而使發動機操作不正常地進行。

在發動機汽缸中發生震擊的現象叫做「爆震」，可降低發動機的能力並加快它的磨損。

爆震的發生，與由於有增壓 (наддув) 時向汽缸中增大了空氣量因而加大了壓縮比所引起的在發動機操作的第二衝程中被壓縮的燃料——空氣混合物溫度的增高有着密切的關係。

燃料空氣混合物的溫度和氧的濃度的增加，引起氧化作用的加劇。烴類氧化的加劇，首先表現在氧化的初步產物——過氧化物生成較多。在被壓縮的燃料、空氣混合物中過氧化物的大量積蓄可引起過氧化物的早期分解 (爆炸)，分解的產物又形成高壓，與在第二衝程中壓縮可燃混合物的活塞的運動發生衝突。這個蒸汽，空氣混合物的早期爆炸，使發動機的能力不能完全利用，因為其正常的操作條件破壞了。

除此而外，若過氧化物的大量生成並未引起在人工點火前混合物的爆炸，則也會引起速度極大的爆炸波。這樣的速度比正常速度大