



石油化学

C.C. 納繆特金著

科学出版社

石油化学

C. C. 納穆特金著

科学出版社

1960

С. С. НАМЕТКИН
ХИМИЯ НЕФТИ
Издательство Академии Наук СССР
Москва, 1955

內 容 簡 介

本书是苏联著名的石油化学家 С. С. Наметкин 院士的遗作。全书共分四大部分。详尽地介绍了石油的组成、性质和成因,石油的加工过程和化学原理,石油产品的各种精制方法及利用添加剂提高石油产品品质的方法和化学原理。最后扼要地介绍了石油的深度化学加工,并指出石油加工的“化学化”方向。

本书虽然由于写成的时间较早,未能包括石油化学方面最新的成就,但书中系统而大量地介绍了石油化学的知识,对于促进我国石油加工的化学化是很有益的。

石 油 化 学

С. С. 納繆特金 著

*

科学出版社出版 (北京朝阳门大街 117 号)
北京市书刊出版业营业许可出字第 061 号

中国工业出版社第二印刷厂印刷 新华书店总经售

*

1960 年 3 月第 一 版	书号: 2101 字数: 789,000
1962 年 7 月第二次印刷	开本: 787×1092 1/18
(京) 3,501—4,300	印张: 38 2/3 插页: 7

定价: 6.00 元



謝尔盖·謝繆諾維奇·納繆特金

1948年

編 者 的 話

C. C. Наметкин 院士的专著“石油化学”第二版在 1939 年出版，早已全部售完了。

为印行第三版作者曾对这本基础著作进行了很多的修訂，在前三部分中增加了重要的补充。他在生前最后两年从事修訂这本著作直到 1950 年 8 月 1 日，而在 1950 年 8 月 5 日 Наметкин 院士就逝世了。

按照 C. C. Наметкин 院士的意图，应在“石油化学”第三版中列入第四部分，专门介绍石油的深度化学加工，但这一非常重要而有意义的部分未能完成。

由于作者为第四部分已准备的一些材料不论在科学上和实用方面都有一定的价值，編者决定把这一部分按作者逝世前准备的情况付印，即在第四部分只概述了对石油化学工业的发展具有首要意义的内容。

由天然气的化学加工制取合成橡胶、塑料等等工业部門所需用的高品质产品問題引起了不同領域的化学家們的注意。这些問題有效的解决，对我国国民經济有巨大意义。

遺憾的是在本书中有关石油和伴生烴类气体的深度化学加工方面的新材料、新的石油产品分析方法以及直馏汽油的单体組成的研究等方面未能得到应有的反映。

第四部分包括两方面的材料，一方面是作者写成的原文(第 747—768 頁)，而另一些补充材料是从“石油化学”第二版各有关章节中摘取出来的。編者蒐集了这些材料按标题内容分为两节：“天然烴类气体的化学加工”和“裂化产品的化学加工”，并加写必要的连接文字以方括号标出(見第 665, 670, 675, 680, 681 頁)。

此外編者还认为有必要在第四部分末列入参考文献，这些文献都是从“石油化学”第二版各有关章节找出的。

虽然这本著作不够完整，但无疑地对石油和化学院系的学生以及在科学研究机关和工业部門工作的化学家們会是有益的。

編者希望讀者对本书提出宝贵意見。

校訂“石油化学”第一部分的是 M. M. Кусаков 和 E. C. Покровская;校訂第二部分的是 M. Д. Тиличев 和 M. Ф. Нагиев;校訂第三部分的是 П. И. Санин 和 Н. С. Наметкин;校訂第四部分的是 С. Р. Сергиенко。总校訂者是 Н. Н. Долгополов。

A. B. 托普切夫

“石油化学”第二版作者序

“石油化学”第二版正当实行第三个苏联发展国民经济计划的时候开始印刷。计划中所规定的必要完成的任务从各国民经济部门来看都是真正宏伟的。而在联共(布)第十八次党代表大会决议中特别强调提出化学工业部分。今后所有我国从事化学方面的工作人员都应深刻地意识到目前的形势,即“第三个五年计划是化学的五年计划”,并且这计划的最主要任务之一就是“使化学工业成为一个主导的工业部门,而能完全满足国民经济和国防的需要”。

第三个五年计划向石油工业提出的任务的重要性也毫无逊色。先不用说计划中规定的、为促进苏联石油工业发展和合理化的全部措施,只需提出要实现把乌拉尔-伏尔加区建成一个第二巴库的理想这一项第三个五年计划规定的任务,就足够说明问题了。这一理想给石油科学和石油工业的各部门开辟了最广阔的工作园地。

无疑,成功地实现第三个五年计划的最重要条件是按照各项化学工艺任务确定科学研究工作,并相应地培养科学技术干部,来掌握五年计划中规定要扩展的和准备采用的新工艺过程并使老的工艺过程合理化。从这观点来考虑这本著作,作者希望出版“石油化学”第二版是作者在实现第三个五年计划这样的伟大事业中一件力所能及的供献。

出版“石油化学”新版的需要几乎在书的第二部分问世时就感觉到了,这种情况证明,由于苏联石油工业的迅速发展和石油工业方面从事化学的干部的迅速增长,而产生了对工具书的实际需要,要求它能从化学观点阐明石油的组成和加工方面的基本问题。然而要有一定的时间和劳动来把旧版的两部分全部仔细地重看过,以便校订书中的缺点,删去已失去意义的多余部分,并把这一发展迅速而广阔的化学科学部门的最新研究成果补充到各章各节中去。

新版的各章都在不同程度上丰富了内容。此外作者还认为利用各种专用添加剂法提高石油产品的品质问题具有很大的理论意义和实用价值,如有关防胶剂、抗爆剂等等,有必要特别分出一章来介绍。新版“石油化学”材料的安排和顺序方面基本上未变,只有“石油的成因”一章根据1938年6月29日重工业人民委员会教育处批准的石油化学教学大纲而从第二部分移到第一部分,而第二部分只保留石油的脱水和各类型的蒸馏等化学加工的内容。

在准备第二版“石油化学”出版的过程中曾采纳一些同志的建议和意见。请允

許作者借这机会对以下同志表示特別的謝忱：Б. П. Воинов, А. К. Зайцев 教授 В. И. Исагулянц 教授, С. Н. Обрядчиков 教授, П. В. Пучков, Л. А. Потловский, Е. А. Робинзон 和 А. В. Фрост. 也請求同志們对本书第二版中的缺点提出意見

“石油化学”第一版作者序

作者曾在前莫斯科矿业学院即如今的 И. М. Губкин 莫斯科石油学院讲授石油化学多年。这是一門范围較广和内容不断丰富的課程。它的任务确定为：扼要地闡明石油加工工艺的化学原理，而尽可能不涉及石油加工的純工艺問題。作者认为，划定这样的范围，对于从化学方面来認識石油加工工艺学有十分重要的意义，因为过去为石油工业的巨大規模和不断出現的新式設備所吸引，对于石油加工工艺的化学方面的注意是不够的。这种情况也可以說是把石油简单地看作是烧鍋炉的燃料那种时代的殘余。但在今天——石油已逐漸成为复杂的化学工业的原料的时代——仍延續这种情况，就显得不正常了。

事实上，即使不考虑新的裂化和加氢方法，以及那些把石油的某一馏分在压力下进行化学加工的新方向，而只看看近代技术对内燃机燃料的要求，以及不同結構和操作条件的机械对潤滑油的要求，就足够清楚地了解到，繼續利用老式的、常用的加工方法，在質和量上都不能滿足这样复杂的要求。代替它們的是以关于石油組成和加工的化学历程的更深刻的知識为基础的新加工方法。因而，大大地加強了对近代石油化学中各样問題的研究，而在不久以前只是对其“純科学”的个别代表才有兴趣的問題方面文献发表的数量也迅速地增加了。

这本“石油化学”教科书分为两部分，第一部分論述石油的組成和性質；第二部分介紹石油的加工和精制的化学，其中并包括从化学观点研究石油的成因的学說。象每一种专业課一样，书中不仅着重扼要地介紹各方面問題的研究成果，指出需要进一步研究的科学問題和应进行的研究任务，同时还尽可能地提及作石油的科学研究时的过程和方法。因而在介紹每种石油組分的章节中都注意到石油及石油产品的分析以及各組分的測定方法，并且評價了利用各种方法得到的結果的准确度和可靠性。本书用两种字号排印，以便区分具有首要意义的材料和仍需进一步探索的問題。

在每一章末附有一般文献和專門文献索引。在一般的文献中列入了对相应的章节的内容介紹比較詳細的文献，以及作者在組織本书过程中多少引用过材料的文献，还列入对初步了解某一内容特別有用的文献。这部分文献是要指明，作为專門研究石油化学的基础，需要細心钻研的普通化学和有机化学的重要意义。第二类文献的目的是要告訴讀者一些原始文献。不言而喻，其中不能包罗全部在杂志中发表的有关各問題的文章目录。作者只希望在各部分給一些基本指导，使讀者利用这些，根据

自己的努力,而能查閱自己有兴趣的各方面文献。

不容置疑,石油工业已进入了一个独立发展的时代,在这时代里不仅是原油,就連重油都将被加工为价值很高的产品,具有各种各样的化学組成和性能。我們正生存在这时代的初期,时代的曙光早已被我們石油化学領域中的工作者所窺見,他們曾不畏任何险阻而以自己的工作促进这时代的迅速到来。Д. И. Менделеев, Ф. Ф. Бейльштейн 和 А. А. Курбатов, В. В. Марковников 和 В. Н. Оглоблин, Н. Д. Зелинский, М. И. Коновалов, Л. Г. Гурвич 以及許多苏联高加索石油的研究者的名字永远会被記載在石油化学知識发展的史册中。然而,这方面的发展专依賴个别学者的个人主动性显然是不可能的,應該清楚地意識到,苏联石油工业的更进一步的成就,特別是它在新阶段的发展是极密切地同石油化学的成就相关联的。因而,这种成就就完全决定于在石油化学領域中广泛地和有计划地安排科学研究工作,并且这类工作今天不仅需要刻不容緩地安排,同时还应全面地保証进行研究工作所必要的設備和干部。作者編写本书的首要目的是要在这伟大的事业中尽一点微薄的力量,作者期望这本书能供大学或石油学院的学生及研究生閱讀,同时也可供科学研究机关及工业部門的工作者們参考。

目 录

第 一 部 分

石油的組成、性質及起源

第 一 章 石油的組成和分类.....	3
可燃有机岩、矿煤和瀝青.....	3
石油的元素組成	4
石油化学組成的初步数据	5
石油的化学分类	7
文献	10
第 二 章 石油的物理性質.....	11
一般特性	11
比重	11
热膨胀	15
粘度	19
表面张力	29
凝固和熔化	32
蒸发和沸騰	34
閃火、点燃和自燃	36
热容	40
蒸发热	42
发热量	43
石油及石油产品的顏色	45
折射和色散	46
旋光性	46
电性質	49
溶解度	49
文献	52
第 三 章 石油及石油产品的化学研究方法.....	53
一般方法	53
定压分餾(55)变压分餾(56)添加新物質的分餾(56)結晶法(56) 吸附法(57)	
选择溶剂处理法(57)	
各种特別方法	57

氯化及氯化物的各种类型的转化(58) Коновалов 硝化反应(60) 酮化反应(62) 催化脱氢(62) 硫酸的作用(63) 环己烷系烃类的一些反应(64)	
石油碳氢化合物的合成	66
芳香烃的加氢反应(66) 由二元脂肪酸合成环烷(67)	
鉴定方法	68
元素组成和分子量(69) 比重和折射率(69) 沸点和熔点(70) 苯胺点(70) 其他的方法(70)	
文献	70
第四章 石油中的芳香族碳氢化合物	72
芳香烃的简要特性	73
巴库石油中的芳香烃	74
其他各种石油中的芳香烃	76
石油和直馏石油产品中芳香烃的定量测定	78
硫酸法(79) 硝化法(80) 苯胺点法(81) 甲醛法(83) 吸附色谱法(84)	
各种石油中芳香烃的含量	85
石油芳香烃的利用和实用价值	88
文献	90
第五章 石油中的脂肪族碳氢化合物	92
一、脂肪族饱和碳氢化合物	92
烷烃(石蜡烃)的特性	92
(一)低级(气态的)烷烃	94
应用一般气体分析方法分析天然气	94
天然气的真空蒸馏	96
天然气中汽油含量的测定	100
天然气的组成	100
天然气的应用	104
压缩工厂(105) 吸收工厂(105) 吸附工厂(105) 循环工厂(105)	
文献	107
(二)中级(液态的)烷烃	108
巴库石油的烷烃	108
各种石油中的烷烃	112
烷烃的定量测定及其在各种石油中的含量	116
石油中石蜡族碳氢化合物的应用及其实际意义	118
文献	119
(三)高级烷烃	120
石蜡的制取	121
从褐煤焦油及页岩油制取石蜡(121) 地蜡加工(121) 由石油制取石蜡(122)	
石蜡的定量测定	124
石油及其各馏分的石蜡含量	125

石蜡的物理性质	127
石蜡的化学组成及性质	128
石蜡的结构	129
石蜡的应用	134
文献	135
二、脂肪族不饱和碳氢化合物	136
不饱和碳氢化合物的特性	136
各种石油及石油产品中的不饱和烃类	138
石油及石油产品中不饱和烃的定量测定	139
碘价法(139)氧价法(140)硫酸法(141)一氯化硫法(142)	
石油及石油产品的不饱和度	143
不饱和烃作为石油产品组成部分的意义	145
文献	146
第六章 环烷烃	147
环烷烃的分类和命名	147
环烷烃的特性	148
环烷烃的基本制备法(148)物理性质(149)化学性质(150)	
巴库石油中的环烷烃类	151
各种石油的环烷烃	166
石油和石油产品中环烷烃的定量分析	170
苯胺点法(171)催化脱氢法(172)	
各种石油内环烷烃的含量	172
环烷烃作为石油组成部分的应用和实际意义	175
文献	176
第七章 石油的氧化合物	178
环烷酸的制法	178
环烷酸的特性	179
天然环烷酸(石油酸)	180
制取与精制(181)定量分析(182) 环烷酸在石油和其馏分中的分布(183) 环 烷酸的单体的代表物,它们的分离与性质(183)化学性质(186)结构(188)	
石油中其他氧化合物	192
石油中含氧化合物的利用	194
文献	194
第八章 石油的含硫化合物	197
有机含硫化合物简述	197
石油和石油产品中硫的定性与定量测定	199
各种石油及石油产品中的硫含量	200
石油产品硫含量的技术规格	201

硫及各类硫化合物的定量	202
石油及石油产品中硫化合物的分离	205
各种石油中的硫化合物	206
文献	209
第九章 石油的氮化合物	211
碱性有机氮化物的特性	211
石油中氮的定性和定量分析	212
石油及石油产品中的氮含量	213
各产地石油中的氮化合物	213
文献	216
第十章 石油中的胶质和沥青状物质	218
石油中胶质和沥青状物质的分类和分离	218
石油胶质和沥青状物质中各种组分的性质	220
沥青质(220)石油胶质(222)沥青质酸及其酸酐(酸性胶质)(223) 半油焦质	
和碳质(224)间接胶质(224)	
各类胶质和沥青状物质间的相互关系	225
各种石油及石油产品中胶质及沥青状物质的含量	226
胶质及沥青状物质的重要性及应用	227
天然地沥青(228)人造(石油)地沥青(229)	
地沥青的实际应用	230
文献	231
第十一章 石油中的无机物质	232
一、灰分	232
石油中灰含量及其定量测定	232
石油中灰分的化学组成	233
二、水	235
石油中水含量及定量测定	235
沉降法(235)蒸馏法(236)	236
油井水的化学组成	236
油井水的化学分类	238
在油井水中进行的化学过程	243
油井水的脱硫(243)油井水中的碳酸盐的富集作用(245) 油井水的混合过程	
(246)矿化度的改变(247)	
油井水的成因	248
油井水的价值及其利用	248
文献	250
第十二章 石油的成因	252
石油的无机起源理论	253

石油的动物残骸起源理論	255
石油的植物残骸起源理論	257
混合理論	259
关于石油起源的一些新观点	261
文献	264

第 二 部 分

石 油 的 加 工

第 一 章 石油的脫水	269
石油的脫水方法	269
破坏乳液的物理机械方法(269)乳液破坏的物理化学方法(271)	
石油乳液的基本性質	273
向乳液作斗争的物理-化学基础	276
石油的脫盐	277
石油脫水的实用意义	278
文献	279
第 二 章 石油的蒸餾	281
石油蒸餾工厂技术	281
在間歇鍋操作的石油蒸餾(281)在鍋組中的石油蒸餾(284)煤油鍋組(284)重油 鍋組(287)在管状設備中的石油蒸餾(289)管状設備中的減压蒸餾(295)	
石油蒸餾产品	295
蒸餾理論. 单組分液体	296
不同溫度下飽和蒸气压的測定(297) 飽和蒸气压与溫度之关系(297) 飽和蒸气 压与溫度关系的图示法(299)单組分液体的蒸餾(301)	
蒸餾理論. 不相混的液体	301
基本气体定律(302)相律(303)蒸气組成(304)沸点(305)二元不相混液体的蒸 餾(306)	
蒸餾理論. 二元混合液体	308
二元液体混合物蒸气压的等溫綫(308) 理想溶液的蒸气压(309) 理想溶液的蒸 气和液相組成(311)液相和气相組成的实验測定(313) 二元混合液体的一次蒸 发(315)二元混合液体的多次蒸发(317)	
分餾和精餾的理論基础	320
餾分分离的基本原则(320)实验室条件下的餾分分离(321)精餾过程的进行方 式(323)計算理論塔盘用的物料平衡和热平衡(324)蒸餾柱理論塔盘数目的計 算(326)塔盘的效率(328)蒸餾柱的迴流(329)分餾柱餾分分离能力的实验測 定(330)	
蒸餾理論. 复杂混合物	332

复杂混合物汽相与液相的组成 (332) 复杂混合物液相和汽相组成的实验测定法(333) 复杂混合物的蒸发(335) 复杂混合物的精馏(336) 石油和石油产品的实验室分馏(338) 各种分馏曲线间的关系(339)	
蒸馏在石油加工中的实际意义	339
文献	340
第三章 分解蒸馏(裂化和高温裂化)	342
石油的工业分解蒸馏的主要形式	342
焦化蒸馏(342) 液相裂化(343) 气相裂化(348) 液体石油馏分与碳氢化合物气体的共裂化过程(351) 石油的高温分解(高温裂化)(352)	
石油分解蒸馏的产物	354
气体产品(354) 液体产物(355) 焦炭(358)	
分解蒸馏的物理-化学基础	360
研究方法(360) 裂化反应的机理(364) 裂化过程的动力学(367) 裂化过程中的气化作用(370) 焦生成(375)	
各族碳氢化合物的裂化反应	377
烷烃(377) 烯烃(382) 芳香烃(387) 环烷烃(390)	
裂化过程的热力学	392
裂化过程的理论	398
裂解反应理论(398) 聚合反应理论(403)	
裂化过程的反应热	404
重复裂化	405
汽油和里格罗因的裂化(“重整”)	408
裂化汽油的分析和组成	409
裂化汽油的分析(409) 裂化汽油的组成(411)	
石油裂化和高温裂化的实际意义	413
文献	414
第四章 特种裂化	417
一、催化裂化	417
用氯化铝作催化剂的裂化	417
过程的化学机理(418)	
用硅酸铝作催化剂的裂化	421
工业过程(422) 过程的化学机理(423)	
催化裂化的意义和远景	428
二、加氢裂化(裂构加氢)	429
加氢的方法	429
加氢的理论	430
燃料的加氢	431
氢化作用的技术(432) 煤加氢(433) 重胶质、石油等的加氢(435) 可燃气体的加	

氢(436)	
加氢时的氢气问题	442
加氢产品	444
气体(444)液体产品(445)固体产品(446)	
加氢的物理化学原理	447
研究的方法(447)加氢的化学机理(447)催化剂(453)	
不同系的碳氢化合物的加氢	455
烷烃(455)芳香烃(458)环烷烃(461)	
加氢反应热	463
重复加氢	464
加氢的实际意义及其应用	466
三、去氢裂化(去氢作用)	468
石油产品的去氢作用	468
去氢的工艺(468)催化剂(469)	
去氢作用所生成的产品	469
去氢作用的物理-化学基础	470
研究的方法(470)去氢作用的化学机理(470)去氢作用的动力学(472)	
各不同系碳氢化合物的去氢作用	474
烷烃(474)烯烃(474)芳香烃(475)环烷烃(476)	
去氢作用的实际意义	476
四、氧化裂化	476
氧化裂化工艺	477
氧化裂化产品的分析和分离	478
氧化裂化产品	480
酸(480)羧基酸(481)醛和醇(482)	
氧化裂化的化学机理	483
氧化裂化的实用意义及远景	487
文献	488

第 三 部 分

石油产品的精制和质量的提高

第一章 石油及其馏分的精制。一般方法	493
精制的工艺过程	493
酸精制的化学机理	496
直馏轻馏分的酸精制(496)裂化汽油的酸精制(497)润滑油馏分的酸精制	
(502)硫酸与石油的次要组成(504)酸精制的其他情况(506)	

碱精制和洗涤的化学机理	507
碱精制时的反应(507)碱精制时的乳液(509)润滑油乳液的破坏(511)碱精制 方法的某些变体(512)	
精制过程中的再蒸馏	514
精制后的废物及其利用	515
酸渣(515)酸渣的利用(516)碱渣及其利用(518)	
一般精制方法的意义	519
文献	519
第二章 石油及其馏分的精制, 特殊方法	521
一、吸附精制方法	521
石油工业中的吸附剂	521
吸附精制技术	522
吸附的一般概念	525
吸附精制的理论	529
精制用吸附法的实用价值	531
二、脱硫方法	531
脱硫技术	532
最重要的脱硫方法的化学机理	533
硫酸法脱硫(533)碱法脱硫(534)“试硫液”法脱硫(535)次氯酸盐法脱硫 (538)硝酸法和利用其他氧化剂脱硫(540)加氢法脱硫(541)	
各种脱硫方法的实际意义	543
三、利用盐类的精制方法	543
氯化锌法精制的技术	544
氯化锌法精制的反应机理	545
盐类精制的其他情况	546
三氯化铝 $AlCl_3$ (546)氯化铜 $CuCl_2$ (546)磷酸钾 K_3PO_4 (547)砷磷酸氢 $(NH_4)_3AsO_2S_2$ (547)有机试剂(547)	
盐类精制法的实用意义	548
四、加氢精制或氫精制	548
胶质生成机理	548
裂化汽油中胶质的含量和测定	550
加氢精制	551
加氢精制的实际意义	553
五、溶剂精制	553
石油加工中的溶剂	553
溶剂精制技术	558
溶剂精制的化学机理和任务	560
溶剂精制的一般原理	563