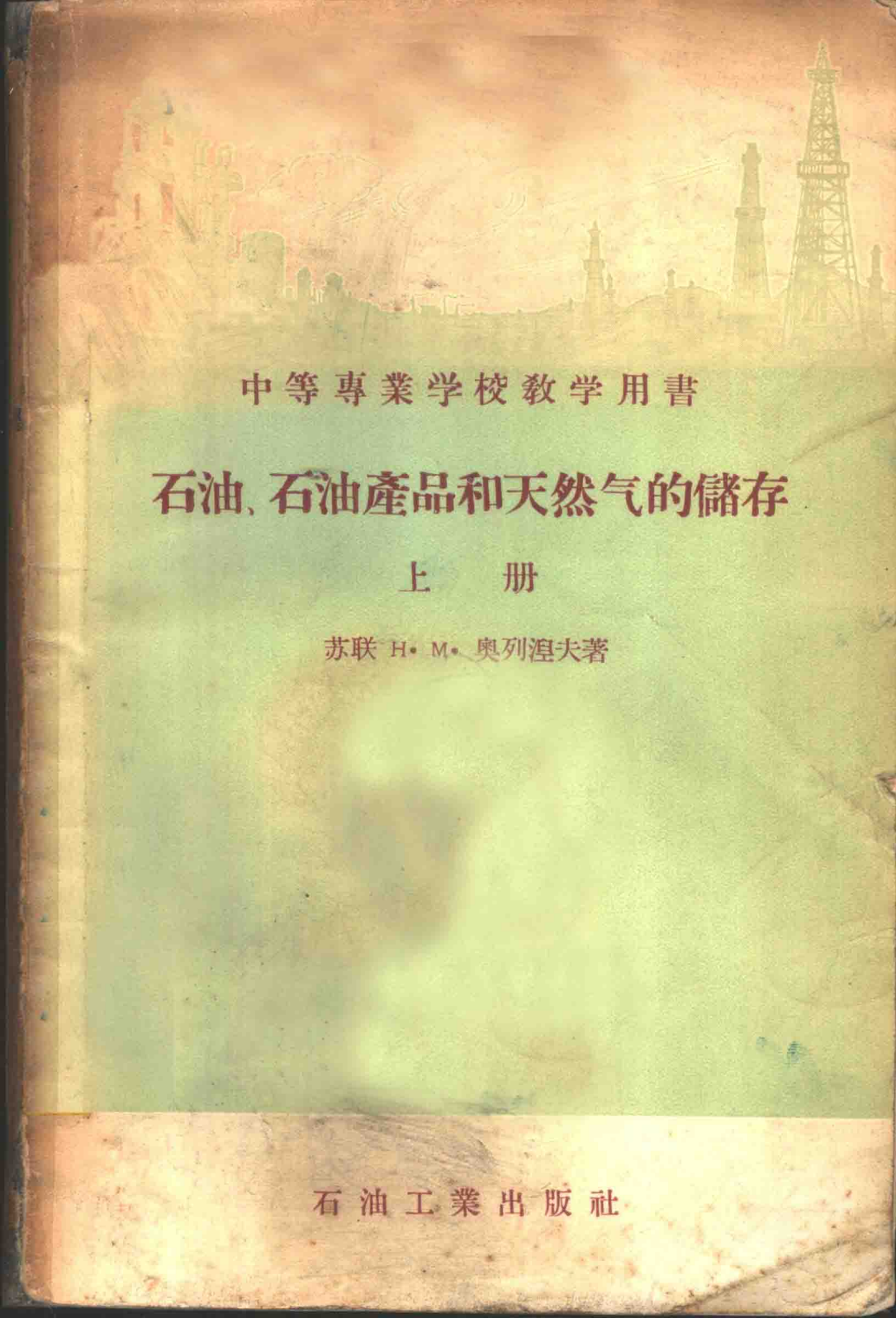


The background of the book cover features a stylized illustration of an oil field. In the upper right, a tall derrick stands prominently. To its left, several smaller derricks and industrial buildings are visible, with smoke or steam rising from them. The scene is set against a warm, orange-brown sky, suggesting a sunrise or sunset. The foreground is a flat, greenish-yellow expanse, possibly representing a field or a body of water.

中等專業學校教學用書

石油、石油產品和天然氣的儲存

上 冊

蘇聯 Н. М. 奧列涅夫著

石油工業出版社

本書分上下兩冊出版，上冊主要敘述石油、油品和天然氣的物理性質、油庫的形式、用途、容量及平面佈置和建築物等等。

書中還有專門章節講述儲存石油、油品和天然氣的各式油罐及其建造和使用，並也詳細地述及各種運輸工具和設備及其選用方法。

本書為中等專業學校教材，也可以供從事石油、油品和天然氣儲存工作的工程技術人員參考。

本書由北京石油學院科學研究科翻譯組閻喜存、陸慶邦兩人譯出，並經北京石油學院機械系儲運教研室研究生王璠瑜、郭見隆、汪錫茂、程福永作技術校對。

Н. М. ОЛЕНЕВ

ХРАНЕНИЕ НЕФТИ, НЕФТЕПРОДУКТОВ И ГАЗА
根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)
1954年列寧格勒版翻譯

統一書號：15037·82

石油、石油產品和天然氣的儲存

上 冊

北京石油學院科學研究科翻譯組譯
北京石油學院機械系儲運教研室校

*

石油工業出版社出版 (廠址：北京六鋪炕石油工業部十号楼)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{4}$ 開本 * 印張11 $\frac{1}{2}$ * 225千字 * 印1—3,600冊

1956年9月北京第1版第1次印刷

定價(10) 1.60元

作者的話

本教材是根据苏联高等教育部所批准的教学計劃中“石油、石油產品和天然氣儲存”這門課的大綱編寫的。

在敘述某些問題時，作者引用了技術科學博士 B.И. 車爾尼金、技術科學博士 A.C. 斯米爾諾夫等在榮獲勞動紅旗勳章以 H.M. 古布金院士命名的莫斯科石油學院所講授的同名課程的有關著作。

供中等技術學校學生所用的這種內容的教材還是初次問世，作者將非常感激地接受讀者所提出的旨在改善本書的意見。

目 錄

序言	1
石油、油品和气体在國民經濟中的作用	1
石油、油品和气体儲运的發展概況	2
苏联科学家在發展石油、油品和气体儲运方面的作用	7
石油、油品和气体儲存技術的進一步發展問題	10
第一章 礦場中石油和气体的收集与儲存	12
§ 1. 石油、油品和气体的某些物理性質	12
§ 2. 油礦和气礦	23
§ 3. 油礦和气礦的建筑物	25
§ 4. 礦場油气收集流程圖	43
第二章 油庫的設備	57
§ 5. 油庫的类型及其特征和用途	57
§ 6. 油庫和附屬油庫所進行的作業	61
§ 7. 油庫容量的确定	62
§ 8. 油庫的平面佈置和建筑物	63
第三章 收油和發油設備	71
§ 9. 石油和油品的运输	71
§ 10. 鐵路油槽車	72
§ 11. 油槽船	79
§ 12. 油庫內的鐵路	82
§ 13. 自油槽車中卸油的系統	83
§ 14. 油品的卸油時間定額	83
§ 15. 卸油豎管和棧桥	90

§ 16. 卸油管路的水力計算	160
§ 17. 油品裝入油槽車的系統	115
§ 18. 裝油豎管和棧橋	115
§ 19. 裝油管路的計算	119
§ 20. 石油港和系船所	120
§ 21. 油槽船的裝油和卸油作業	123
§ 22. 汽車油槽車的裝油和卸油	126
第四章 儲存石油和油品的油罐	127
§ 23. 概述和分類	127
地上金屬油罐	132
§ 24. 立式圓筒形鋼油罐	132
§ 25. 臥式圓筒形鋼油罐	149
§ 26. 扁球形油罐	151
§ 27. 特种結構油罐	158
§ 28. 地上金屬油罐的地基和基礎	165
埋入地下的金屬油罐	170
§ 29. 埋入地下油罐的特点	170
§ 30. 防護所式鋼油罐	171
§ 31. 外部包以混凝土殼的鋼油罐	173
§ 32. 裝有承压殼的鋼油罐	175
非金屬油罐(池)	177
§ 33. 非金屬油罐(池)的特征和型式	177
§ 34. 鋼筋混凝土油池	182
§ 35. 預应力鋼筋混凝土油池	190
§ 36. 石造油池	191
§ 37. 儲存透明油品的鋼筋混凝土油池	193
§ 38. 壕溝式油池	195
§ 39. 木造油罐	201
§ 40. 泥土油池(坑、窖)	201
第五章 儲油罐的建造和使用	206

§ 41. 地上立式圓筒形鋼油罐的建造	206
§ 42. 非金屬油池的建造	214
§ 43. 防止油罐腐蝕的方法	218
§ 44. 油罐区	221
§ 45. 油罐的設備	223
§ 46. 儲油罐的使用	244
第六章 气体的儲存	248
§ 47. 供应气体的方法	248
§ 48. 使用前气体的处理	249
§ 49. 在儲气罐中儲存气体	253
§ 50. 在液化状态下儲存气体	271
§ 51. 在固体状态下儲存气体	274
§ 52. 气体的地下儲存	275
§ 53. 儲气罐区容量的确定	277
§ 54. 壓縮机	280
§ 55. 压气站和配气站	285
§ 56. 气体的計量	292
§ 57. 壓縮石油气	297
§ 58. 液态石油气	299
§ 59. 輸气管的运用	304

序 言

石油、油品和气体^①在國民經濟中的作用

國民經濟各部門的飛速發展和高速機械化，使石油供應問題成為國民經濟中最重要問題之一。

黨和政府十分注意以石油、油品和可燃性氣體供應全國的問題。

蘇聯僅在現在正在執行的五年計劃中，採油量幾乎增加一倍（增加85%），大型輸油管的長度和儲存石油、油品和氣體的容器數量也將顯著地增加。

石油是一種獲得能量的來源，也是提煉各種各樣化學產品的原料。從石油中可以煉出內燃機燃料、各種機器用的潤滑油和潤滑脂、鍋爐燃料和在工業及日常生活方面使用的許多其他產品。

所有的國民經濟部門都需要大量的油品，其數量也在日益增長着。機械化的農業是燃料和潤滑油料的主要用戶之一。航空和汽車運輸也需要大量質量優良的油品。

隨着油品消費量的增長，同時對油品的質量和品種的要求也提高了。

自從油品品種的最初技術標準規定出來（1923年）以後，品種的名稱表更改了十四次之多，而種類數量也增加了兩倍多（350多種）。

按照國民經濟的需要，石油工業根據油品的特性和使用條件的最新研究，不斷地改善舊的並製造出新的品種和新牌號。

① 在正文內石油產品簡寫為油品，天然氣簡寫為氣體。——譯者

的油品。國民經濟各部門對油品日益增長的需要，便要求正確地組織儲存及將石油從油礦運到煉油廠和將油品從煉油廠運給用戶的運輸工作。石油和油品在儲存中應完全保持其質量和數量。

與油品消費增長的同時，氣體消費增長的速度更加迅速。偉大的俄國科學家 Д. М. 門捷列夫曾把氣體描述為“未來的燃料”。實際上，發熱量高的氣態燃料，除了滿足居民生活需要以外，並在現代工業方面獲得日益廣泛的應用。

在冶金工廠、金屬加工工廠的加熱車間和在食品工業企業中使用氣體，以及利用氣體作為爐子、鍋爐和內燃機的燃料，在當前已成為特別重要的問題。

在工業方面使用氣體，是由於其燃燒完全，可以防止爐煙將空氣弄髒以保障城市居民的衛生。此外，使用氣體能大大地減輕管理各種爐子的工人的勞動，同時也可以簡化設備。為了滿足對氣態燃料的需要，大大地增加開採天然氣和從煤及油母頁岩中獲取氣體。

氣體也是生產液體燃料、橡膠、炭黑、甲醇和其他產品的貴重原料。

石油、油品和氣體儲運的發展概況

革命前俄國的石油工業史是與巴庫油區緊密的聯在一起的。巴庫油區遠在 8 世紀就開始了用筒從油井中進行手工業採油。將採出來的石油儲存在露天的坑中，並用皮囊（皮制的袋）運輸。在 17 世紀末葉才有關於其他地區發現石油的可靠資料，那時在依爾庫茨克地區、烏赫塔地區、索庫地區及其他地方都發現了石油。

在上一世紀 70 年代，借鑽井法的工業採油發展起來了。

第一口油井是 1854 年在烏赫塔鑽成的。1869 年在巴庫的

油礦中開始了鑽井。1873年在巴拉罕地區鑽井中從29公尺深處湧出了強大的石油噴泉，這一噴井連續噴了4個月，並在地面上形成了若干個石油湖。1897年在涅比特達格開始了鑽井，而在恩巴是1899年開始的。1893年開始開採格羅茲內油礦。值得指出的是：鑽井工作在俄國比美國早11年。

在初期油田開發是以野蠻的方式進行的，致使石油遭受了大量的不可挽救的損失。私人企業主鑽井時一直鑽到井自噴為止，而放棄了含油的中間層。因此，被拋棄的石油經常流到土壤中，被風吹送到很遠的距離。

到1907—1909年，油礦開採中的自噴現象失去了先前的重要性，這時使採油工作轉入了用抽汲法，即用撈砂筒抽汲石油。

與採油發展的同时，為了將石油加工，由其中提煉出貴重的油品，故建立了石油蒸餾廠。第一個蒸餾廠是1823年在莫茲多克城（北高加索）由農奴杜比寧兄弟建立，是用來提煉煤油的（當時把煤油稱為福托耿^①）。從1859年開始在巴庫建立了蒸餾廠；到20世紀初葉，巴庫成了俄國和歐洲石油工業的重要中心。

為了將石油從油礦運輸到蒸餾廠，故於1878年在巴拉罕與巴庫之間敷設了世界上第一條輸油管（直徑100公厘，長10公里）。

為了滿足輸出方面增長的需要，1880年提出了敷設輸送煤油用的巴庫——巴統大型管路問題。這條長833公里，其中有16個輸油站的管路是在1897—1907年間建成。

從上一世紀70年代開始建立了伏爾加河的油槽船隊。原始的油槽船是一隻小木船“亞力山大”號，在船上裝有注油箱，該船是1873年由阿斯特拉罕人阿尔切密耶夫兄弟建造的，其

① 福托耿，即煤油，原文是 Фоторен。——譯者

目的是从巴庫將石油运到阿斯特拉罕。他們还建造了第一艘內河裝油駁船，該船在 1874 年完成了从阿斯特拉罕到下諾夫戈羅德的航程。

1878 年阿尔切密耶夫兄弟使用了生產率为 60 噸/小时的蒸汽泵來輸送石油，在巴庫建立了容量为 6000 噸的石制油罐，同时借助於管架和管子(直徑为 175 公厘)，可以把石油注入离河岸 240 公尺的油船內。

1878 年在俄國根据卓越的工程师 B.Γ. 舒霍夫的建議，建造了第一只在船艙內能具有裝載 250 噸油品的金屬油槽的輪船。随后便开始建造有縱橫隔板隔开的整体船艙的油槽船。

在 1903 年和在 1904 年，世界上第一批內河及海洋的运油船(“汪达尔”、“薩尔瑪特”、“傑洛”等)在彼得堡和伏尔加河下水了。

油品运输也在陸地上進行。1878 年在俄國鉄路上出現了第一批油槽車。

由於水路和鉄路石油运输量的增長，就有必要建立石油倉庫。因为石油运输主要是在里海—馬林斯克河系—涅瓦河航綫上進行，所以最早的油庫是建筑在伏尔加河兩岸。这是一些泥土油池，其容量有时达到五万噸。以后它們便被金屬油罐代替了。第一个鋼油罐是 1878 年由 B.Γ. 舒霍夫工程师建成的。

在沙皇俄國，石油倉庫的建造是自發進行的，它決定於國內外市場的行情特点。油庫的經營也經常是不合理的，沒有估計到科学和技術的要求。到 1917 年油庫業務处在極端惡劣的狀態中，在國內战争时期，由於武裝干涉者的破坏而遭到了完全破產。

石油工業國有化以后，立即採取了發展採油業的措施；在油庫業務方面進行了恢复和擴建，以便提高油庫的吞吐能力和進行多种油品的油庫作業。

採油工業發展的速度是突飛猛進的。所以在 15 年中（自 1922 至 1936 年）採油量達到約五億噸，超過了在這一時期以前整整一個世紀的產量。在烏拉爾、巴什基里亞、伏爾加河流域和薩哈林島（庫頁島）發現了新油田，目前這些油田在採油方面所起的作用，不次於已詳查過的原有油田。

在第一個五年計劃期間開始改建和擴建的油庫網，在以後幾年特別發展了。在短時期內對油庫進行了技術上重新裝備，實現了油品收發操作的機械化，並且加強了防火措施。

隨後改建工程就涉及到具有全國意義的大型轉運油庫問題了。油庫中有新的油罐區、管路和泵站，以便分別地接收、儲存及發放各種油品並使油品不致混合和免受損失。同時使繁重的勞動過程機械化了，工作人員的文化及居住條件也得到了改善。

偉大衛國戰爭結束後，在恢復被破壞了的油庫工程的同时，根據最新的科學技術成就開始了大規模建築新油罐和大型管路。

與石油工業發展的同时，氣體工業也得到了發展。

還在發現石油以前，人們就知道了可燃的天然氣。許多世紀以來，在中國就有鹽場利用天然氣來蒸發鹽水以取食鹽。在很久以前就以“永恒之火”引起居民注意的阿普歇倫半島上，在許多世紀中都利用由地下自然湧出地面的天然氣來照明和取暖。

在 18 世紀末葉，便開始用人工方法從煤中得到可燃氣體，並用來照明。

在俄國，氣體工業從 1835 年開始有了發展。在這一時期，許多大城市（彼得堡、莫斯科、哈爾科夫、基輔、敖德薩和嘉桑）開始建立了第一批製造人工照明氣的工廠。

上世紀末葉，這種工廠已有 200 多個。以後幾年中由於電氣業的發達，氣體照明工業開始減少了。

虽然在地下蘊藏着大量的天然气，但几乎还没有被利用过。几十億公尺³的大量天然气，从油礦放入空气中並好像火炬一样地燒掉了。在油田掠夺性开採的情况下，石油气体妨碍着石油企業主進行鑽井和採油，因此对他們來說石油气体只是一种障碍。只有在偉大的十月社会主义革命以后，才开始了石油工業与气体工業發展的新紀元。

为了提高採油量和滿足居民的日常生活需要，便开始了回收石油气体和利用石油气体的工作。

1917年進行的低級煤气化的初步試驗解决了从可燃性頁岩和泥煤中得到中發热量的气体，然后再將得到的气体沿輸气管輸送到远距离的問題。

在最近几个五年計劃时期中，勘探出並已开始开採許多純气田，生產人造气体工厂的能力和建筑也大大地增加了。

以空前未有的規模开始修建以气体供給苏联許多城市的大型輸气管。在偉大衛國战争年月里还修建了古比雪夫和安吉然的輸气管、薩拉托夫—莫斯科輸气管。战后时期又修建了达沙瓦—基輔、科特拉—雅尔維—列寧格勒、科特拉—雅尔維—塔林和其他輸气管。將來准备以环狀大型輸气管網密佈在所有城市 and 具有工業价值的地区。

苏联气体工業發展的速度是突飛猛進的。与資本主义國家恰恰相反，在苏联進一步發展气体工業是为了最充分地滿足居民的需要，合理地利用國家的燃料資源和提高燃料使用的技術水平。

目前苏联建設了强大的气体工業，就其技術和規模來說，这种工業是举世無双的。在很短的一段時間內，建筑了新的制造人造气体的豎井式頁岩干餾爐以及煤和頁岩的加工工厂，並且开始了大規模利用天然气。

密封油井和收集气体的工作在实际已經得到解决。現在

已經开始收集石油气体，脫去气体中的汽油，並將其用在日常生活中，並且也將石油气体重新注入井中，以便保持油層压力，从而提高石油產量。

利用气体注入油井以進行封閉循环採油的方法，早在1916年在俄國已有科学的論証，並已被採用。这比國外气举採油法的出現早10年。

苏联科学家和技术革新者創造了新的关于石油气体的科学，在新的科学基礎上，苏联气体工業順利地向前發展着。

苏联科学家在發展石油、油品和气体儲运方面的作用

苏联的科学家和工程师們以自己的發現和發明，对石油工業的發展做了巨大的科学和技术上的貢獻。

天才的俄國科学家 M.B. 罗蒙諾索夫，在兩百多年以前發現了物質不滅定律，研究出物理化学的原理和物質的原子結構理論；这些理論成为所有化学和物理科学的基础，其中也包括石油和气体的科学。

苏联科学家所研究的热化学加工石油的理論問題，是对世界科学的一項重大貢獻。这些傑出的科学技术家，如 Д.И. 門捷列夫、А.М. 布特列洛夫、В.В. 馬尔柯夫尼科夫、М.И. 柯諾瓦洛夫、Н.Д. 捷林斯基、А.Е. 法沃尔斯基、С.В. 列別捷夫、С.С. 納苗特金、В.Г. 舒霍夫、К.В. 哈里奇柯夫、Л.Г. 古尔維奇、И.М. 古布金、М.А. 卡別留許尼柯夫等，非常注意發展石油工業的問題，同时並以自己的發明和發現保證了苏联科学的优先地位。

俄國偉大的科学家 Д.И. 門捷列夫，对我國（指苏联——譯者）石油工業的發展献出了巨大的劳动。直到現在，他的石油深度加工过程的結論，还没有失去原有的意义。他对石油加工的各种方法進行研究以后，設計了第一个連續式石油蒸餾設

备，后来曾在前诺贝尔兄弟石油公司使用过。他还首先确定了利用石油作为化学工业原料的可能性。

Д.И. 門捷列夫还拟定了徹底改組石油事業的大綱。1863年他是世界上第一个建議用管路輸送石油和油品以代替馬車運輸，他还論証了密閉儲油的可能性和金屬油罐代替土坑的必要性。

Д.И. 門捷列夫非常注意煉油厂的佈置問題，並寫了專門著作，在著作中論証了在油品使用地区建造新煉油厂的合理性。

在上一世紀 70 年代，石油高温热解和石油裂化过程的創始人之一，А.А. 列特尼在石油加工方面有許多發現。

Д.И. 門捷列夫和 А.А. 列特尼二人的科学成就，由俄國工程師們成功地应用在生產中了。

俄國卓越的工程師，名譽院士 В.Г. 舒霍夫，在石油事業發展方面起了很大的作用。他在世界上第一个建造了載重量大的金屬裝油駁船並拟定了最方便的油船輸送方法。В.Г. 舒霍夫創造了計算材料用量最少而尺寸最合適的金屬油罐的專門理論。他設計了第一批油罐，以后这种油罐在全世界都得到了推廣。

1884 年 В.Г. 舒霍夫發表了“輸油管及其在工業中的应用”这一著作，其中敘述了輸油管計算方面的問題。他提出的輸油管計算公式是水力学歷史上(远早於雷諾的著作)第一次考慮到輸油管中液体流动的兩種状态(層流和紊流)。

В.Г. 舒霍夫發現了將油品預热后輸送的方法，同时提出了地下輸油管中液体和气体温度变化的計算方法，其中並考慮到管路与其周圍土壤間的热交換。

В.Г. 舒霍夫在改進裂化过程的技術操作和設備方面也起了重要的作用。

1891年B.Г. 舒霍夫与C. 噶符利洛夫工程师共同提出了世界上第一个裂化裝置設計，比美國人白尔頓提出的設計早20多年。

1929—1931年間，B.Г. 舒霍夫与渦輪鑽的發明者M.A. 卡別留許尼柯夫共同研究出和制造了称为“苏联式裂化”的管式裂化系統。B.Г. 舒霍夫的多方面研究工作並不局限在石油事業方面，在热工学(舒霍夫式蒸汽鍋爐及噴嘴)以及結構学(舒霍夫式無綫电指向塔)方面他都以自己的工作著称。

傑出的苏联科学家И.М. 古布金院士，对石油工業的發展做了巨大貢獻，他在石油地質方面是最有权威的專家。在他的“石油学說”一書中，指出了解决石油的生成和預測含油性問題的途徑。

苏联科学家們E.O. 巴頓院士、B.П. 尼基金院士、K.K. 赫联諾夫教授、H.H. 雷卡林教授、Г.А. 尼古拉耶夫教授和H.A. 奥凱尔勃洛姆教授在焊接技術的各方面取得了巨大的成就，並創立了金屬焊接的科学。根据这一科学，金屬油罐和管路的建造中採用了新的更完善的技術操作过程(焊藥保护下自动焊接)。

Л.С. 列依本蓀院士和И.Г. 叶斯曼院士对油庫及石油運輸技術的發展作了許多貢獻，他們曾研究过粘性液体在管中的流动以及石油和气体在多孔介質中的流动。

Л.С. 列依本蓀院士非常注意輸气管的計算問題。他創立了一門新的科学——地下石油水力学，給油礦事業奠定了科学基礎。

H.П. 苏米洛夫、И.А. 恰尔內和B.C. 雅勃龍斯基成功地繼續了Л.С. 列依本蓀院士在石油、油品和气体儲运方面的研究工作。含臘石油的輸送和在油槽車中易凝固油品的运送問題，在H.П. 苏米洛夫和B.C. 雅勃龍斯基的著作中都有詳盡的闡

述。B.C. 雅勃龍斯基和 И.А. 恰尔內研究出一种加热油品的办法，这种方法是利用在油品底下的水墊的傳热來進行的。B.C. 雅勃龍斯基还解决了许多有关油罐的絕热，在同一管路中各种油品的連續輸送以及油品从油槽車中流出等問題。

И.А. 恰尔內研究了油罐內气体空間的溫度变化，油品从容器中的流出，粘性油品在露天油溝(導油槽)中的流动和管路內部加热等問題。

K.A. 阿波列索夫和 П.В. 瓦里雅夫斯基研究了油品蒸發和洩漏的損失的原因及其防止办法。在油罐中油品混合的技術問題是由 С.Н. 奧布良德奇柯夫和 И.А. 恰尔內解决的。

近年來，苏联科学家和工程師們在儲油及儲气庫事業方面進行了許多研究工作，並提出了許多新穎的儲存石油和油品的油罐結構，以及儲存气体的方法。

石油、油品和气体儲存技術的進一步發展問題

日益發展的石油的开采和加工，要求油庫網的技術更加完善和進一步發展，以保證將油品不斷地供給苏联國民經濟各个部門。

石油銷售系統面前的主要任务是改善油品的儲存条件和降低運輸業務的費用。

石油、油品和气体的儲存工作應該达到先進的技術水平。生產过程的机械化和自动化問題以及廣泛地採用能建立完善的检查和管理制度的先進技術，应給以特殊的意义。

油礦收集石油和气体的現代方法，是使石油在油礦上所經過的整个路程(即从油井至油罐)完全密封，並且充分利用气体作为燃料或作为压入油層的工作媒介物。

气体燃料日益增長的消費量，要求改進气体業務。

因为气体的儲存比較复雜，所以在气体从地下採出后或在

气体工厂生产出来以后必须立即供用户利用，这只有在气体产地与用户之间有完善的输送工具才能实现。

大型输气管就是这种输送工具，由于气体燃料非常有价值，甚至建造大型输气管来将气体输送到长达几百几千公里的远距离也是适宜的。

远距离气体供应业务的发展，保证了我国气田供应许多城市和居民区以气体。

目前非常注意减少气体比容的问题，正在改进气体的压缩及液化方法，并且进行研究在固体水化物状态的气体储存问题。后一种是最安全的储存方法。