

化 学 工 业 出 版 社

橡胶工业制品 的生产

【苏联】B. B. 拉古林 著

XIANGJIAO
GONGYE
HIPIN DE
HENGCHAN



橡胶工业制品的生产

[苏联] B . B . 拉古林著

赵志正 阎家宾 译

张隐西 校

化学工业出版社

内 容 提 要

本书是苏联橡胶工业制品专业职业技术学校教科书。书的第一部分主要介绍原材料及通用工艺过程；第二部分介绍了各种橡胶工业制品的类型、用途、生产工艺与装备，还特别注意了安全操作规程、质量检验及生产过程控制。每节后附有测验题，每章后附有实习作业。

本书可作为中等专业学校橡胶专业、橡胶技工学校和在职工人培训用教材，也可供管理人员参考。

Рагулин В.В

ПРОИЗВОДСТВО РЕЗИНОВЫХ

ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

МОСКВА, «ВЫСШАЯ ШКОЛА», 1980

橡胶工业制品的生产

赵志正 阎家宾 译

张隐西 校

责任编辑：张玉昆

封面设计：季玉芳

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $6\frac{5}{8}$ 字数150千字 印数1—13,470

1985年10月北京第1版 1985年10月北京第1次印刷

统一书号15063·3705 定价1.30元

目 录

第一部分 制造橡胶工业制品的原材料 与通用工艺过程

第一章	制造橡胶工业制品的原材料	1
§ 1	天然橡胶	1
§ 2	合成橡胶	5
§ 3	胶料的硫化	17
§ 4	再生胶	20
§ 5	胶料的配合剂	21
§ 6	在橡胶生产中使用的新型材料	29
§ 7	骨架材料和辅助材料	30
第二章	胶料的制备	36
§ 8	生胶的切割和解晶 (烘胶)	36
§ 9	生胶的塑炼	38
§ 10	配合剂的加工和输送	43
§ 11	材料的配合	46
§ 12	混炼作业的概念	49
§ 13	用间歇式密炼机和开炼机制备胶料及过程的控制	50
§ 14	用螺杆滤胶机过滤胶料	55
§ 15	质量控制和防止胶料的报废	56
第三章	胶浆的制备和纺织物的涂胶	61
§ 16	胶浆的制备	61
§ 17	纺织物的涂胶 (刮胶)	63
第四章	纺织物、帘线绳及线的浸胶和热处理	66
§ 18	浸液 (水分散体系) 的制备	66
§ 19	纺织物的浸胶与热处理	68

§ 20	帘线绳及帘线的浸胶与热处理	71
第五章	压延	73
§ 21	压延过程的概念	73
§ 22	胶料的压片和贴合	74
§ 23	纺织物的压延擦胶	77
§ 24	纺织物的压延贴胶	79
第六章	压出	83
§ 25	压出过程的概念	83
§ 26	型材半成品的压出	87
第七章	橡胶工业制品的工业化硫化方法	90
§ 27	半成品的加热与硫化方法	90
第二部分 橡胶工业制品的制造		
第八章	模型橡胶工业制品的生产	93
§ 28	模型制品概述	93
§ 29	模型制品的半成品准备	95
§ 30	与橡胶粘合的金属骨架表面的处理	97
§ 31	用平板硫化机和罐式硫化机硫化模型橡胶工业制品	100
§ 32	在压力机上用压注法制造模型橡胶工业制品	106
§ 33	在注压机上用注压法制造模型橡胶工业制品	107
§ 34	硅橡胶及氟橡胶模型制品硫化的特点	113
§ 35	模型橡胶工业制品的修整	113
§ 36	模型制品的成品试验与质量控制	116
第九章	非模型橡胶工业制品的生产	119
§ 37	非模型橡胶制品的概述	119
§ 38	用硫化罐硫化的非模型橡胶工业制品的制造	121
§ 39	非模型橡胶制品连续生产工艺线	124
§ 40	汽车以及其它运输工具活动玻璃密封胶条的制造	128
第十章	运输带和平型传动带的生产	131
§ 41	运输带的类型、用途和结构	131
§ 42	橡胶夹布运输带的生产	136
§ 43	橡胶钢丝绳运输带的生产	142
§ 44	平型传动带的种类、用途与结构	144

§ 45 平型传动带的生产	146
第十一章 三角带和特种胶带的生产	148
§ 46 三角带的种类、用途和结构	148
§ 47 特种胶带	152
§ 48 三角带的成型	154
§ 49 三角带的硫化	161
§ 50 平型齿形带、联组三角带和整体成组三角带的生产	165
第十二章 胶管的生产	168
§ 51 胶管的结构、应用部门、使用条件和生产方法	168
§ 52 夹布耐压胶管的生产	172
§ 53 编织耐压胶管的生产	174
§ 54 缠绕耐压胶管的生产	178
§ 55 缠卷耐压胶管的生产	180
§ 56 吸引和耐压吸引(螺旋线)胶管的生产	182
§ 57 产品的质量检验	183
第十三章 工程器材制品的生产	185
§ 58 工程器材制品的概述	185
§ 59 工程器材制品的生产	186
第十四章 工业胶板、汽车地毯和橡胶地板的生产	189
§ 60 工业胶板的种类	189
§ 61 工业胶板的生产	190
§ 62 汽车地毯和橡胶地板的生产	192
第十五章 硬质橡胶制品和微孔橡胶隔板的生产	193
§ 63 硬质橡胶制品的配方及生产特点	193
§ 64 硬质橡胶板、棒及管材的生产	194
§ 65 蓄电池箱及其附件的生产	196
§ 66 微孔硬质橡胶隔板的生产	198
第十六章 胶辊包胶和化工设备衬胶	201
§ 67 胶辊包胶	201
§ 68 化工设备的衬胶	203
参考文献	206

第一部分 制造橡胶工业制品的 原材料与通用工艺过程

第一章 制造橡胶工业制品的原材料

§1 天然橡胶

橡胶是制造橡胶工业制品的主要材料。从植物中采集来的橡胶叫做天然橡胶。

在热带气候国家里，如印度尼西亚、印度、斯里兰卡和巴西等国家，栽培着橡胶树。种植得最普遍的是巴西的三叶橡胶树，这种树的高度可达30米，树干周长3.5米。割开三叶橡胶树皮时，就从乳管中流出粘稠的、略带碱性的乳汁，这就是天然胶乳。在显微镜下可以看到胶乳中有球形的和梨形的橡胶微粒——胶粒，胶粒外面包着一层蛋白质物质的保护膜。由于胶粒带有相同的负电荷，因而始终处于不停的运动状态中。胶粒的存在决定着胶乳中干胶的含量。根据树龄的大小，每100克乳汁中干胶的含量可达40克。

天然胶乳是生胶在弱碱性介质（ $\text{pH}7.2$ ）中的水分散体。为了提高胶乳的稳定性，可以添加氨水进行保存，这样就提高了介质的 pH 值。胶乳不但可以用来制造干胶，而且还可以直接

用来制造各种薄壁制品和海绵制品。在直接利用胶乳生产橡胶制品时，要把胶乳浓缩，使干胶含量达到60~70%，以减少运输费用。

天然橡胶的制取 为了制取干胶，把胶乳用水稀释到20%的浓度。然后对胶乳添加稀醋酸或蚁酸。这时介质被中和，胶粒的蛋白质膜遭到破坏，胶粒失去电荷并凝集起来，形成生胶，这个过程叫做胶乳的凝聚。将制得的生胶进行水洗、滚压、出片、干燥和压成重106~114公斤的胶块。天然橡胶还可制成直径12~20毫米、长10~30毫米的颗粒，以便于自动称量和输送。

天然橡胶的类型和品级 图1示出了两类主要的天然橡胶——烟片和白皱片。烟片的厚度为2.5~3.0毫米，呈深棕色，

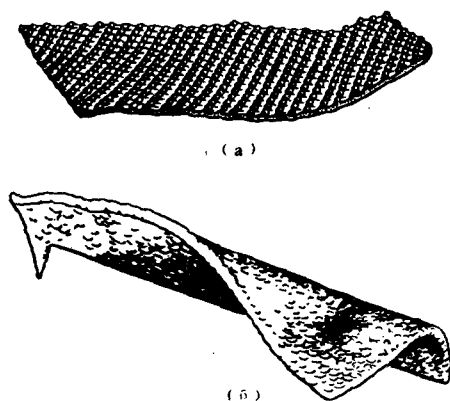


图1 天然橡胶片

a) 烟片; b) 白皱片

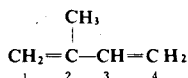
带烟熏味和菱形花纹。花纹可以防止互相粘贴。制造的烟片分特级和1~5级。1级烟片应当是干燥、清洁、强韧、透明和熏制均匀的产品，无气泡、发霉、胶锈、树脂物斑点、砂、粒、泥污及其它杂质。随着等级的降低，可以把树脂物质含量和发霉程度放宽一些。

特级和1级白皱片应呈白色。2级与3级在色调上允许有些差别。

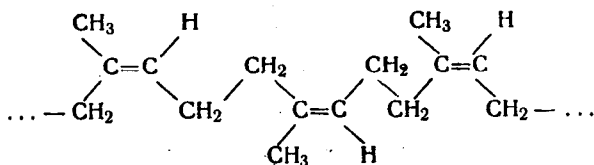
从生产高级生胶的剩余料还可制成3个等级（2~4级）的褐皱片（琥珀色）。

此外，还生产有马来西亚标准橡胶（SMR），其特点是性能均匀性和稳定性好。这种生胶可按色泽不同分为若干级：SMR-5，SMR-20等。

天然橡胶的结构 天然橡胶是（ C_5H_8 ）烃单体组成的聚合物。在烃分子中，例如异戊二烯中主链碳原子的排列顺序为：



天然橡胶的化学结构式（顺式异构体）为：



在天然橡胶的分子中，异戊二稀链节通过第一和第四碳原子彼此联结起来。天然橡胶是异戊二烯的线性不饱和立构聚合物。它由很长的链状分子组成，链状分子间没有横键连结。分子中单体链节在空间有规则重复排列的橡胶叫做有规立构橡胶。

天然橡胶的特性 橡胶与其它材料不同的地方是具有综合塑性。

可塑性是指材料在外力的作用下改变形状和尺寸，而在外力作用停止后保持这种给定的新形状的能力。橡胶的可塑性使我们有可能对它进行加工，并用混炼胶制得不同形状和尺寸的半成品。

材料在外部负载的作用下改变其形状，并且在除去外部负载后又迅速恢复其最初状态的能力叫做弹性。弹性是橡胶制品特有的宝贵性能。

橡胶兼有可塑性和弹性。

天然橡胶在常温下是强韧和具有弹性的材料，密度为 $0.91 \sim 0.93$ 克/厘米³，轻于水。温度降低至 0°C 以下时具有刚性和脆性，在 10°C 和更低的温度下结晶。随着温度的升高，天然橡胶慢慢软化，从结晶状态转变为无定形态。进一步加热使天然橡胶具有流动性，在 40°C 开始熔化。在工艺装备上进行机械加工时，天然橡胶发生塑解。

天然橡胶分子具有双键，因此它能与氧、臭氧、硫及其它物质起化学反应。天然橡胶具有良好的粘性。溶于汽油、苯、煤油及其它有机溶剂。天然橡胶在水、乙醇和丙酮中不溶解，在水中稍有溶胀。天然橡胶在空气中会发生氧化，丧失强度并发粘。

测 验 题

1. 橡胶树生长在哪些国家里？
2. 天然胶乳和天然橡胶是怎样制成的？
3. 稳定和浓缩胶乳的目的是什么？
4. 你知道天然橡胶有哪些类型和品级？
5. 天然橡胶分子结构是什么样的？
6. 什么样的橡胶叫做有规立构橡胶？
7. 什么叫做塑性和弹性？
8. 天然橡胶具有哪些特性？

§ 2 合 成 橡 胶

苏联不能种植橡胶树，曾经不得不每年用外汇去购买天然橡胶。由于橡胶种植园的增长有限，并且由于对橡胶制品的质量提出了更高的要求，因此世界天然橡胶的生产不能满足橡胶工业的需要。为创建本国的原料基地，苏联科学家在合成橡胶制造方面进行了大量的研究。А·М·布特列罗夫（Бутлеров）研究了不饱和化合物，И·Л·康达柯夫（Кондаков）由二甲基丁二烯获得了类似橡胶的物质。С·В·列别捷夫（Лебедев）由丁二烯制得了橡胶。И·И·奥斯特罗梅斯林斯基（Остромысленский）由乙醇和乙醛的混合物制取了丁二烯。其后Б·В·贝佐夫（Бызов）又提出裂解石油产品制取丁二烯的方法。

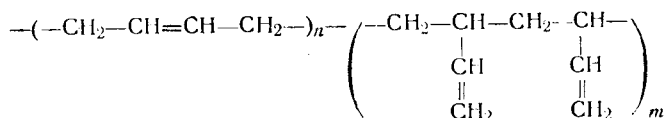
通过大量的科学研究工作，苏联在1932年用列别捷夫院士的方法在世界上首次实现了工业规模的橡胶合成。然后，德国、美国等国家也开始生产合成橡胶。目前，生产橡胶工业制品用的合成橡胶的需要量仍逐年增加。

生产合成橡胶的主要原料是石油气（正丁烷、戊烷）及合成的乙醇，合成乙醇取代了从前使用的由粮食制取的乙醇。

下面简要介绍制造橡胶工业制品使用的各种合成橡胶的主要性能。

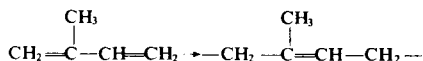
丁钠橡胶 (СКБ) 是苏联在1932年按照列别捷夫院士的方法生产出的第一种合成橡胶。用金属钠作催化剂, 由丁二烯聚合制得各种牌号的丁钠橡胶 (30БРД, 45СР)。在这些牌号的表示法中, 30和45表示可塑性的上限; Б表示无芯棒聚合; С表示芯棒聚合; Р表示精制的; Д表示用于制造介电橡胶。30БРД生胶的塑性为0.26~0.30, 45СР生胶的塑性为0.41~0.45。此外, 生胶的标志还使用另外一些符号: Ш表示食品工业用, П表示含有聚二烯等等。

丁钠橡胶的分子具有下面的不规则结构:

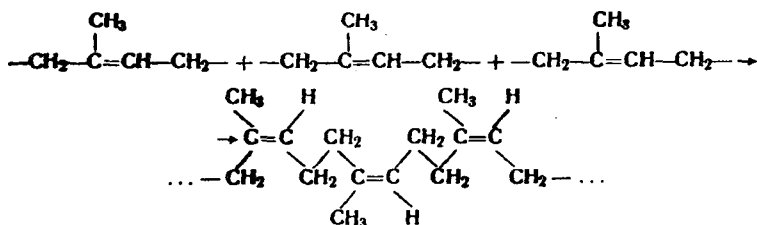


丁钠橡胶不结晶, 在弹性、强度及其它性能指标方面不如聚异戊二烯橡胶 СКИ-3、聚丁二烯橡胶 СКД、丁苯橡胶 СКС和丁甲苯橡胶 СКМС。因此, 目前丁钠橡胶的用途受到限制。这种橡胶用于制造介电橡胶、食品用及其它特殊用途的橡胶。

异戊二烯橡胶 (СКИ-3) 由异戊二烯在溶液中聚合而成。异戊二烯是沸点为34℃的无色液体。在聚合中, 异戊二烯转化为具有活性的分子:



然后，活性基互相联接起来，形成柔顺的曲折长链，即聚合的有规立构橡胶分子（大分子）：



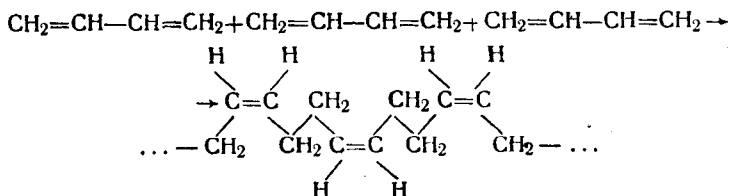
异戊二烯橡胶有下列几种牌号：СКИ-3是通用型的，СКИ-3П是食品用的，СКИ-3Н含有一种防老剂，它在橡胶和浅色表面接触时不会引起污染。异戊二烯橡胶按照可塑性分为两类：0.30~0.40为第一类，0.41~0.48为第二类。这种生胶是暗色的胶块，重30公斤。СКИ-3不需要塑炼，天然橡胶必须塑炼，这是它比天然橡胶优越之处。

在胶粘性及其它性能方面，СКИ-3近似天然橡胶，但具有较低的内聚强度和较高的粘性〔把决定物体强度的分子间的相互作用叫做内聚作用，两种不同种类的物体（固体或液体）之间出现的结合叫做粘合（附着）。〕为了改善СКИ-3的性能，可在其中添加对亚硝基二苯胺（ПНДФА）或其它改性剂。

用对亚硝基二苯胺对СКИ-3进行化学改性而制得了新的内聚强度大的异戊二烯橡胶СКИ-3-01。在СКИ-3-01的分子链上含有0.22~0.30%活性氨基官能团，能生成在拉伸情况下稳定的键。这些交联键有利于橡胶分子的定向及其在拉伸时的结晶化，因而产生了较高的内聚强度。СКИ-3-01的胶粘性不

仅超过了 СКИ-3, 而且也超过了天然橡胶。СКИ-3-01的其它性能实际上与天然橡胶相同。СКИ-3和СКИ-3-01用于制造运输带、模型制品及其它制品。

丁二烯橡胶 (СКД) 由丁二烯聚合制得。丁二烯是带有独特甜味的无色气体, 在正常压力及低于 -43°C 的温度下可变为无色易流动的液体。在聚合过程中, 丁二烯分子彼此结合形成有规立构分子的橡胶:



出厂的丁二烯橡胶 СКД 是浅黄色的胶块, 每块重30公斤, 有一定的门尼粘度: 30~50为第一种, 40~50为第二种, 51~60为第三种。

把处于试验腔内和一定压力下的试样中圆盘转子的转矩作为公称的粘度单位, 等于0.083牛顿米。СКД能使胶料具有良好的弹性和强度, 并且在耐磨耗性和耐寒性方面超过了天然橡胶、СКИ-3及其它橡胶。它的脆性温度是 $-110 \sim -115^{\circ}\text{C}$ 。

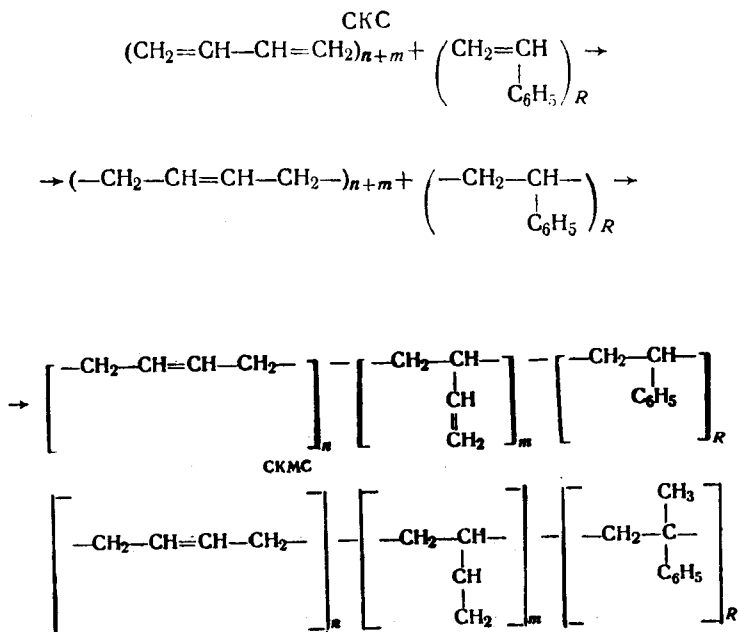
СКД和 СКИ-3并用能制得比天然橡胶还好的硫化橡胶。但是СКД的工艺性能不好: 胶粘性差, 内聚和粘附强度低, 与配合剂混炼不均匀。随着粘度的增高, СКД将难于加工。

充油橡胶, 例如СКДМ-25等的性能 (25表示油的重量份含量) 有所改善。在橡胶工业制品的生产中也将СКД与其它橡胶并用。СКД可用作运输带的覆盖胶和耐寒制品。

丁苯橡胶 (CKC) 和丁甲苯橡胶 (CKMC) 可制备成不充油的和充油的橡胶。

苯乙烯是无色透明液体，有独特的气味。甲基苯乙烯是无色液体，具有强烈的特殊气味。当丁二烯和苯乙烯（或甲基苯乙烯）聚合时就制得丁苯胶乳（或丁甲苯胶乳）。

当在胶乳中加入凝固剂（酸、盐）时，胶乳发生凝聚，制得稍微带有苯乙烯气味的黄色丁苯橡胶，它的结构式为：



丁苯橡胶（丁甲苯橡胶）的分子是由不规则排列的丁二烯和苯乙烯（甲基苯乙烯）链节组成的，这两种橡胶不结晶。

为了制造橡胶工业制品常常使用 СКМС-30 АРКМ-15 和 СКМС-30 ПП 牌号的橡胶(30代表甲基苯乙烯含量的百分数; А表示在 -5°C 低温下聚合; Р表示调节分子量, 不需要热塑解的; К表示使用松香乳化剂聚合的; П表示用脂肪酸皂作为乳化剂聚合的)。

热塑解是在高温下不需要进行机械加工就能使橡胶获得塑性的工艺过程。

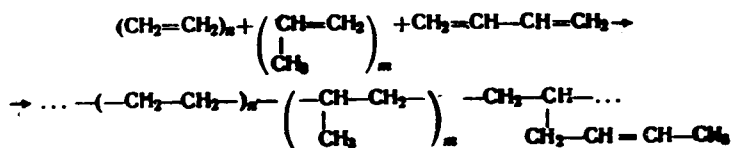
随着苯乙烯(甲基苯乙烯)含量的降低, 橡胶的弹性和耐寒性增高, 而硬度和粘度降低。

丁苯橡胶出厂时带有一定的门尼粘度。

对丁苯胶乳(或丁甲苯胶乳)添加油类, 然后让胶乳凝聚, 就得到了 СКС-30 АРКМ-15 和 СКМС-30 АРКМ-15 牌号的充油橡胶, 共有两种硬度: 第一种 500~600 克力, 第二种 651~800 克力。充油改善了生胶的加工性能, 但胶粘性却降低了。

丁苯橡胶和丁甲苯橡胶硫化胶的强度和弹性都较低, 但与天然橡胶和 СКИ-3 的硫化胶相比, 具有较高的耐磨性。它们可用来制造模型制品、非模型制品和其它制品。

乙丙橡胶(СКЭПТ)是由乙烯和丙烯再加进 0.6~3.0% 的丁二烯、异戊二烯或其它二烯共聚而制成的*:



* 乙丙橡胶的第三单体通常为非共轭二烯, 如: 1,4-己二烯、双环戊二烯、乙叉降冰片烯。——译注

乙丙橡胶的分子中双键的存在使它具有化学反应能力。然而双键的数目很少，使橡胶对臭氧、氧和高温仍具有高度的稳定性。乙丙橡胶硫化胶具有良好的弹性、强度和耐寒性。这种橡胶不结晶，其密度为0.86克/厘米³，是最轻的橡胶之一。其缺点是粘合性能差，以及与天然橡胶、СКИ-3、СКД、СКС、СКМС不相容，但与丁基橡胶相容。

随门尼粘度的不同，乙丙橡胶有下列牌号：СКЭПТ-30、СКЭПТ-40、СКЭПТ-50、СКЭПТ-60、СКЭПТ-30Д等（Д表示用作介电橡胶）。乙丙橡胶适于制作耐光和耐臭氧的模型和非模型制品、胶管及其它制品。

丁基橡胶（БК）由异丁烯和少量的异戊二烯（1.5~4.5%）共聚而得，异丁烯是无色的气体，在大气压力及低于-7℃的温度下即变为液体。

在聚合过程中，异丁烯分子彼此结合，并且与异戊二烯链节结合起来，形成长链状的橡胶分子：

