

机械制造中的塑料

〔苏联〕B·K·扎符戈罗德尼 主编

陈嘉楨 译

中国工业出版社

本文集介绍了近年来苏联工业在制造新型塑料和将它们加工为制品方面所取得的主要成就。

收集了关于费腊里特(酚醛塑料)、狄科洛齐特(耐蚀塑料)、ФКП、ФКПМ-10、含氟塑料、环氧树脂、有机硅和聚酰胺树脂等新型压塑料、层合塑料和玻璃层合塑料、结构胶合剂以及这些材料在机械制造中的应用等资料。叙述了制造塑料制品的各种新方法以及现代的塑料加工设备和模型。

本书供机械制造业中的工程技术人员阅读。

Под Редакцией В. К. Завгороднего
ПЛАСТМАССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

МАШГИЗ, 1959

* * *

机械制造中的塑料

陈嘉楨 译

*

机械工业图书编辑部编辑(北京苏州胡同141号)

中国工业出版社出版(北京修门隔路西10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

北京印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $7 \frac{1}{16}$ ·字数 182,000

1965年4月北京第一版·1965年4月北京第一次印刷

印数 0,001—6,170·定价(科六)1.10元

*

统一书号: 15165·3018(一机-645)

目 录

机械制造业中的新塑料 М. И. 加尔巴尔, А. Н. 列文	1
ФКП型高强度压塑料 С. М. 拉皮兹	11
聚酰胺树脂 К. Н. 符拉索娃, М. К. 馬茲克維契	16
以玻璃纖維和紙为基础的結構层合塑料 В. Н. 戈尔布諾夫	25
抗水、耐酸和电絕緣的費諾里特和狄科洛齐特塑料 Л. В. 佩符茲涅尔	37
金屬的胶接 И. И. 米哈列夫	50
有机硅聚合物在机械制造业中的应用 В. И. 帕霍莫夫	59
热固性塑料压制工艺 М. Г. 古拉里	65
热焰噴塗法得到的塑料塗层 Е. В. 安托申	76
制造环氧树脂冲模和模型的新方法 Б. С. 格拉契娃	83
热塑性片材的气压法和眞空法加工 К. Н. 斯特列利佐夫	91
聚酰胺的压鑄 В. В. 拉普申, В. Н. 格林勃拉特	101
聚四氟乙烯塑料的加工 В. П. 佩列潘尔金, Ф. И. 斯昆季娜	109
制造塑料制件用的压模設計問題 М. П. 沙品科夫	119
用高眞空蒸发法在塑料上敷塗金屬 Д. Ф. 卡甘, Ю. Н. 卡贊斯基, М. Я. 涅姆利赫尔	127
塑料制件的生产設備 А. Н. 列文	134
粉状塑料压片机 В. К. 扎符戈罗德尼	154
塑料加工的液压机和它們的自动操纵 В. К. 扎符戈罗德尼	175
塑料制品机械加工的机械化和自动化 Г. И. 沙皮罗	212

机械制造业中的新塑料

M. И. 加尔巴尔, A. H. 列文

塑料对于国民经济各部门, 首先是机械制造业的发展有着重大的意义。

在塑料工业的发展初期, 它的产品主要供电工绝缘和代替有色金属之用。近十年来所有经济发达的国家都竭力发展塑料生产。这是因为塑料具有一系列宝贵的性能, 例如: 比重小, 变换性大, 物理-机械性能高, 隔热、隔音和电绝缘性能优良, 化学性稳定, 有些塑料能够抵御放射性辐射, 具有摩擦性和耐磨性、优良的粘附性、密实性、气密性和光学性能, 并且还会吸收和消除振动。

任何塑料都有一个共同性质, 即它们在加热和加压时由于塑性变形而能够造型。因而利用压铸、挤压、铸压、连续压型、真空造型、低压造型、伸延、冲压、接触造型、直压、吹塑和焊接等任何一种生产效能很高的方法, 几乎可以制得任何制品。

如果从前把钢看成最坚固的结构材料, 那末现在的情况就有些不同了。最坚固的现代塑料, 其单位重量上的抗拉强度比钢高1~1.5倍(表1)。

表1 几种金属和塑料的抗拉强度

材 料 品 种	比 重 (克/厘米 ³)	抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	单位重量 的比强度 (公斤/厘米 ²)
优级钢	7.8	12800	1600
铸铁	7.8	1500	190
硬铝	2.8	3900	1400
酚布层塑料	1.4	1500	1100
酚木层塑料	1.4	3500	2500
玻布塑料	1.8	3000~7000	1700~4000
定向聚偏二氯乙烯	1.7	7000	4000

由于新技术，特别是原子能、喷气式飞机和雷达技术的发展，对于合成材料的要求也不断地提高。其中对塑料的机械强度、耐高温、耐低温、耐腐蚀和抗放射性辐射等性能的要求尤其严格。

塑料工业的发展初期，仅仅生产一些不含硫磺和生胶的有机材料，而现在已经能够制造酚醛和其它树脂与生胶和热塑性塑料相结合为基础、金属有机化合物与塑料相结合、含氟聚合物与共聚物相结合为基础、由聚酰胺、聚丙烯腈、对苯二甲酸和其它物质制成的合成纤维以及胶合剂用的合成聚合物等各种新材料。目前在制造塑料用的聚合物、橡胶、制造合成纤维用的聚合物、形成薄膜的聚合物和其它物质之间已经不再存在绝对的分界线了。

机械制造业中应用塑料的技术经济效果，主要表现在大大降低机器重量，提高它们的使用特性以及节约金属，特别是节约有色金属，特种不锈钢和合金，因为它们能够用制造简单和性能优良的聚合材料来代替。

合成纤维比棉织品坚固得多，它们对工业的意义也很大。例如，用粘胶纤维作帘布的汽车轮胎的寿命比棉纱帘布的长一倍，而用聚酰胺纤维作帘布的轮胎寿命又比粘胶纤维帘布的长一倍。如果没有聚酰胺类和聚酯类合成纤维的帘布，就不可能生产出现代的飞机轮胎。

不久以前机械工业中采用着下列塑料：

1) K-18-2、K-15-2、K-17-2、K-19-2、K-20-2酚醛塑料压塑粉、单塑料^①、ΦΦ、K-18-ΠC、K-18-ΠO等单塑料，它们用来制造盘、板、旋钮、按钮、箱、盒、手轮、异型坯料和其它零件等；

2) 以酚醛树脂为基础的纤维塑料，它们用来制造梭子、轴辊、盘、手轮、轴套、齿条和其它零件等；

① 苏联商品名，是一种以苯酚甲醛树脂为胶合剂和以木粉为填料的塑料。——译者

3) 层合塑料: 各种牌号的胶布板、石棉胶布板、三角胶木板和胶纸板等, 它们用来制造齿轮、皮带轮、盘、板和各种冲头等;

4) 石棉酚醛摩擦材料: $K\Phi-3$ 、 $K\Phi3-M$ 、石棉胶布板和压塑料等, 它们用来制造地下铁道火车车厢、电车、挖土机和汽车的闸瓦;

5) 酚醛层合耐摩材料: 胶布板 2、2Б、ДСП、ДСП-А、ДСП-Б、ДСП-В、ДСП-Т 等, 它们用来制造轴承轴瓦;

6) 耐腐蚀材料: 法奥里特^① А、法奥里特 Т、聚氯乙烯、聚乙烯、聚异丁烯, 它们用来制造化工设备、金属设备衬里、管子、管件和其它制品等。

现在出现了一系列对于机械制造业具有重要意义的新材料, 例如, 玻布塑料。

玻布塑料 玻布塑料可以制造各种制品, 用于单位重量上机械强度比优质钢高得多的承重结构。利用低压造型 (0.35 到 $5 \sim 7$ 公斤/厘米²), 还能够将它们压成各种弯曲复杂的制品和大型板材。

根据外形的复杂程度和用途的不同, 大型玻布塑料制品或者用最简单的模型在加热室中接触加压造型, 或者用橡皮袋在加热室或压模中真空造型, 或者在加热压模中造型。在这种情况下采用挠性阳模或阴模。利用空气、蒸汽和水保证操作压力在 $2 \sim 5$ 公斤/厘米² 以下。

有了挠性阴模或阳模, 可以利用比较便宜的设备制造出表面光洁的单塑料制品。

热压法得到的制品的性质最为优良, 然而这种方法只适用于大量生产制品。制造简单制品时, 建议采用最便宜的真空造型法。

生产玻布塑料时, 可以采用聚酯树脂、环氧树脂和有机硅化合物作粘结剂。

表 2~4 为聚酯和环氧树脂型玻布塑料, 在沸水中煎煮两小时

① 苏联商品名, 成分为苯酚甲醛树脂和耐酸石棉。——译者

后試驗所得的性能指标。

表 2 以聚酯树脂和处理过的玻璃布为基础的
玻布塑料的机械性能

玻 璃 布 处 理 形 式	抗 靜 弯 强 度 (公斤/厘米 ²)		抗 压 强 度 (公斤/厘米 ²)	
	干 态	湿 态	干 态	湿 态
原始玻璃布	2590	1540	1120	700
玻璃布热处理	3640	1400	1750	700
乙烯基硅烷醇处理	5600	4830	2380	2240
Волян处理	5110	3990	2450	2030
乙烯基三氯硅烷和氯丙烯醇处理	5600	5390	3220	2870

表 3 以聚酯树脂为基础的玻布塑料的主要物理-机械性能

性 能	粘 结 剂 牌 号	
	ЗМД-130 玻璃布 АСТТ-С2	ДС-50 玻璃布 АСТТ
沿經綫的抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	4400	2800~3000
单位冲击韧性 (公斤·厘米/厘米 ²)	165	75
平行各层的抗压强度 (公斤/厘米 ²)	1790	485
抗拉弹性模数 (公斤/厘米 ²)	170000~190000	160000~180000
比重 (克/厘米 ³)	1.69	1.56
24小时的吸水率 (%)	1	1.75
馬丁氏耐热性 (°C)	150	120~300
体积电阻率 (欧姆·厘米)	—	10 ¹³ ~10 ¹²
10 ⁶ 赫次时的介电常数	—	3.5

表 4 以环氧树脂为基础的玻布塑料的主要性能
(玻璃布181~114)

指 标 名 称	环 氧 树 脂 分 子 量			
	350~420	350~420	350~420	900~1000
硬化剂	二乙撑三胺	間苯撑二胺	3-二乙胺基 丙基胺	氨基胍
100份树脂中的建議硬化剂用量	8	14	8	7
硬化条件	30分钟, 120°C	15分钟, 150°C	30分钟, 110°C	30分钟 165°C

(續)

指 标 名 称	环 氧 树 脂 分 子 量			
	350~420	350~420	350~420	900~1000
热处理条件	—	1 小时, 250°C	—	—
最低温度下造型的树脂适宜时间	20~40分	6~8小时	2 小时	1~3天
玻布塑料中树脂含量 (%)	30	35	33	33
抗静弯强度 (公斤/厘米 ²)	4396	5131	5789	5915
抗静弯弹性模数 (公斤/厘米 ²)	203000	231000	252000	259000

美国[Dow Corning]公司生产的有机聚硅氧烷玻布塑料的主要性能如下:

抗静弯强度

250°C时

3620.6公斤/厘米²

260°C时

3344.8公斤/厘米²

24小时润湿试验的吸水率

0.09%

介电强度

260°C下 200 小时后

4 千伏/毫米

260°C下6000小时后

4 千伏/毫米

耐电弧性

240秒

由此可见,有机聚硅氧烷玻布塑料在广阔的温度范围内具有优良的介电性能。高温下它们单位重量上的机械强度比许多有色金属好。这种玻布塑料的产品形式还有平板、卷绕管、成型零件、夹层胶合板、蜂窝板等。

玻布塑料的性质与树脂和玻璃布的类型有关。

聚酯树脂 从结构的观点来看,聚酯树脂可分为以下几种类型。第一类是线型饱和聚合物,它们主要是以乙二醇和对苯二甲酸的缩聚物为基础的。这种缩聚物(聚对苯二甲酸乙二酯)主要用来制造一种质地与羊毛相近的聚酯合成纤维。第二类是网型饱和和聚合物,它们主要是以丙三醇和邻苯二甲酸酐的缩聚物为基础的。这种材料(丙苯树脂)用来制造压塑料和电工绝缘漆。最后一类是网型不饱和聚合物,它们主要是以顺丁烯二酐和乙二醇的

縮聚物为基础的。这些縮聚物用玻璃纖維增强后可以用来制造船舶、汽車和公共汽車的壳体以及飞机零件等等。在糖浆状的初縮聚物中添加別种单体，使它与聚酯的分子共聚。結果便生成坚硬的和机械强度很高的塑料。

聚酯树脂組份的选择是根据以下考虑来选择的：在酸中最适合于縮聚反应的是反丁烯二酸和順丁烯二酸。

部分采用飽和的二元羧酸，可以得到更加柔韧的組份。脂肪酸的分子鏈愈长，它的內增塑作用就愈大。

参与反应的飽和二元酸愈多，所得的組份就愈柔韧，然而此时硬化速度較慢和硬化溫度較高。

制造聚酯化合物时可以采用各种二元醇，此时分子两端羟基間的碳鏈愈长，聚合物的韧性也愈大。部分二元醇可以被三元醇，例如甘油或甚至蓖麻油型不飽和醇酸的甘油酯所代替。

各种单体中通常采用价格最低并且簡單易得的苯乙烯。单体与聚酯的比值影响到最后产品的性质。苯乙烯含量增加时生成物便比較剛硬，但彈性較差。通常单体含量不超过30%。

有时用乙酸乙烯酯、甲基丙烯酸丁酯或其它单体等代替苯乙烯。

除上述基本組份外，聚酯塑料中还添加各种阻化剂、引发剂和活化剂等。

阻化剂 制造聚酯树脂的过程中加入阻化剂，可以延长貯存期限。

引发剂 制造塑料时在現成的树脂中添加引发剂，可以加速它的聚合反应。对于常溫硬化的制件來說引发剂的意义尤其重大。

引发剂可以分为三类。第一类是低溫引发剂（使用溫度18~25℃），如甲乙酮、苯丙二酮和环己酮的过氧化物和环己基过氧化氢等。第二类是中溫引发剂，如过氧化苯甲酰和甲基环己基过氧化氢等。第三类是高溫引发剂，如过氧化氯苯等。

活化剂（促进剂） 活化剂用来加速聚合反应，当反应溫度不高时它有着特別的意义。常用的活化剂是銻有机化合物、脂肪酸

盐和叔胺等。用了活化剂就可以调节硬化过程。

根据某些英国公司的资料，引发剂和活化剂应该根据它们的活化作用来选择，也就是说每一种活化剂都相当于一定的引发剂。例如，过氧化苯甲酰与叔胺并用，而过氧化甲乙酮则与环烷酸钴并用，依此类推。

聚酰胺 聚酰胺塑料对机械制造业的意义很大，它们可以作为结构材料用来制造轴承衬垫、齿轮和皮带传动用的齿轮、轴套、接头配件和手轮等，或者用作金属、混凝土、木材和其它材料的表面涂料。

聚酰胺的熔点很高，并且对于脂肪烃、芳香烃、氯化烃、酮类、醛类、醇类、脂肪、油类、稀碱和浓碱作用都很稳定。聚酰胺溶解于酚类、浓无机酸、醋酸和蚁酸中。

无机酸使聚酰胺水解为起始组份——二元胺和二元酸。

表 5 所示为国外生产的各种聚酰胺树脂的物理-机械性能。

表 5 聚酰胺树脂的物理-机械性能

参 数	聚己二酰 己二胺耐 纶 66	聚己内酰胺 尼 龙	聚癸二酰 己二醇脂	共聚物超聚 酰胺 6A
熔点 (°C)	250	215	210	185
比重 (克/厘米 ³)	1.14	1.13	1.10	1.12
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	600~750	500~700	450~550	400~500
相对延伸率 (%)	20~200	200~250	100~200	300~350
弹性模数 (公斤/厘米 ²)	16000	5000~7000	9000	3500
按钢珠压入度定级的硬度 (公斤/厘米 ²)	500~700	300~400	550~650	300~400
马丁氏耐热性 (°C)	55~60	40~45	45~50	—
线膨胀系数 10^{-5} (°C)	10~12	12~15	14~16	13~14
导热率 (仟卡/时·°C·米)	0.20~0.22	0.23~0.25	0.13~0.20	0.18~0.20
比热 (仟卡/公斤·°C)	0.4~0.5	0.4~0.5	0.4~0.5	0.4~0.5
体积电阻率(欧姆·厘米)	$4.5 \cdot 10^{13}$	$4 \cdot 10^{13}$	$4 \cdot 10^{14}$	—
介电损失	0.14	0.04~0.4	0.03	—
击穿电压 (仟伏/毫米)	25	25	30	—
吸水率 (%)				
24小时后	4	10	0.6	—
14小时后	9	12	3.0	—

环氧树脂 制造冲模用的环氧树脂对汽车制造业的意义很大。准备生产新型汽车时，在制造工具装备，特别是制造冲模的过程中消耗劳动量最多，占用时间也最长。

制造冷冲模的劳动量约占制造整套装备的劳动量的20%，所以减少制造冲模的劳动量和简化它们的生产工艺，是汽车制造工作者们最重要的研究项目。因此，利用环氧树脂制造冲模是非常有意义的。表6列举了制造冲模用的环氧树脂的浇铸材料性能。

硬化后塑料冲模零件进行机械加工。

环氧树脂还用来制造偏光侧定应力的模型。在这种情况下可以研究大型的复杂模型，由于边缘时间效应极小，而能保证很高的测量精确度。

此外，由于环氧树脂的附着力很强，ЭД-6树脂可用作测定金属件弹性塑性变形时的光敏层。

表6 制造冲模的环氧树脂浇铸材料的性能

浇 铸 材 料 配 方	量 装 (重量单位)	性 单位冲击 (公斤/厘米 ²)	性 馬丁氏熱性 (°C)	度 抗彎强度 (公斤/厘米 ²)	度 布氏硬度 (公斤/毫米 ²)	度 抗压强度 (公斤/厘米 ²)
ЭД-6树脂	100	4.00	68	464		1100~
№9聚酯树脂	10					1000
石墨	33					
順丁烯二酸酐	40					
ЭД-6树脂	100	4.5	69	640	45.6	1520
№9聚酯树脂	10					
粉状石英	33					
順丁烯二酸酐	40					
ЭД-6树脂	100	2.00	56	655		1500
苯二甲酸二丁酯	10					
高岭土	33					
順丁烯二酸酐	40					
ЭД-6树脂	100	14.5	85	800	21.3	2000
苯二甲酸二丁酯	10					
钛白粉	33					
順丁烯二酸酐	40					

化学性非常稳定的含氟塑料-4和含氟塑料-3在机械制造业中的作用很大。

含氟塑料-4用作衬垫-密封材料。以前垫圈是压制的。用这种方法制造大直径的垫圈环非常复杂。最近研究成功了含氟塑料-4的焊接方法。

聚氨基甲酸酯 在适用于化工机械制造业、医药工业和电机工业的新塑料中，必须提到聚氨基甲酸酯。它们的物理-机械指标比较高，对稀无机酸和碱、烃类、氯化烃、醛、酮、脂肪、矿物油和有机油类的作用都很稳定。

ПН-1 聚氨基甲酸酯以白色粉末状出厂，可在 $180\sim 185^{\circ}\text{C}$ 下用压铸法加工成为各种制件。

ПН-1 聚氨基甲酸酯的制件适宜于潮湿环境和 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ 下长期工作，而不改变固有的物理-机械参数。

ПН-1 聚氨基甲酸酯的主要物理-机械指标和介电性能如下：

熔点	$176\sim 180^{\circ}\text{C}$
比重	1.21克/厘米 ³
抗静弯强度	700~800公斤/厘米 ²
抗拉强度	500~600公斤/厘米 ²
抗压强度	800~850公斤/厘米 ²
单位冲击韧性	20~50公斤·厘米/厘米 ²
布氏硬度	10~12公斤/毫米 ²
导热系数	7.5×10^{-4} 卡/秒
每 1°C 的线膨胀系数	$13\sim 13.5\cdot 10^{-5}$
马丁氏耐热性	60°C
铸造收缩率	1~1.2%
一周吸水率	0.1%
最大吸水率	2%
体积电阻率	$1\sim 2\cdot 10^{14}$ 欧姆·厘米
表面电阻率	$1\cdot 10^{14}$ 欧姆
介电损失角正切	0.014~0.020
击穿电压	20~25千伏/毫米
介电常数	4.5~4.8
耐电弧性	$2\sim 2\frac{1}{2}$ 分钟

聚丙烯 新型热塑性材料中人們对聚丙烯（莫帕林 Моплен）兴趣很大，它可以制造化工設備和紡織机械。

表 7 聚丙烯的基本性能

参 数	1 型	2 型
比重（克/厘米 ³ ）	0.9~0.91	0.9~0.91
抗拉强度（公斤/厘米 ² ）	300~350	300~380
相对延伸率（%）	500~700	500~700
弯曲时的弹性模数（刚度）（公斤/厘米 ² ）	9000~12000	8000~10000
悬臂梁式冲击韧性（无损伤）（公斤·厘米/厘米 ² ）	80	80
抗压强度（公斤/厘米 ² ）	666~766	600~700
洛氏硬度	90~95	85~90
熔点℃	164~170	164~170
导热性（卡/秒·℃·厘米）	$3.3 \cdot 10^{-4}$	$3.3 \cdot 10^{-4}$
比热（仟卡/公斤·℃）	0.46	0.45
线膨胀系数（℃）	$110 \cdot 10^{-6}$	$110 \cdot 10^{-6}$
软化点（按全苏橡胶研究院）（℃）	140~155	140~155

聚丙烯是石油裂化得到的丙烯在特殊催化剂下聚合而成的。它是由线型结晶分子在空间规则地排列构成的。聚丙烯的耐热性比其它已知的热塑性碳氢聚合物高。它的特性如表 7 所示。聚丙烯具有优良的化学稳定性，耐碱性和耐溶剂性很好，并且很容易染色和加工。

ФКП 型 高 强 度 压 塑 料

C. M. 拉皮茲

不久以前苏联工业还没有生产那种既有酚醛压塑料的热固性、硬度和较高耐热性，同时又有热塑性塑料的优良抗冲击性和防振性的压塑料。

在酚甲醛树脂与合成生胶相结合的基础上制得了新型压塑料。用布或纤维材料填充的这种压塑料与带类似填充剂的普通酚醛塑料不同，它仍然保持着与一般压塑粉一样的流动性。这就使我们有可能压制形状最复杂的制件。

綫型酚甲醛树脂和合成生胶相结合的产品另外还有一个非常可贵的性质。因为普通酚醛塑料中添加无机填料后机械性能就大大降低，而在这种产品里添加填料后就能够得到同时兼备优良电绝缘性能、耐热性、防水性、高的机械性能和有弹性的塑料，也就是酚甲醛树脂的热固性和生胶的弹性相结合的塑料。

目前制得了綫型酚醛树脂与合成腈基橡胶 СКН-26 相结合的产品，树脂和生胶的比值有 5~30% 等多种。这种产品叫做 HP 熔合物。根据生胶含量分别标注数字 5、10、15、20、25 和 30。

在 HP 熔合物的基础上制成了具有不同填料的压塑料。它们包括 ФКП-1 和 ФКП-2(木粉填料)压塑粉等，用来制造除保持普通酚醛塑料的一切最佳性能外，还具有优良抗动力冲击和抗静力弯曲的制品。属于这类材料的还有无机填料的压塑料 ФКПМ-10、ФКПМ-15 和 ФКП-25，用来制造具有较高强度指标和稳定介电性能的电工绝缘制品。

研究和生产了专供制造亚热带和热带制品的 ФКПМ-15T 压塑料。

这些新材料是由于树脂-生胶系统受到强烈的机械作用，同时进行强制研合，然后再加热而成的。为此可以采用轻型和重型捏

和机、輥压机、螺旋挤压机和其它具有加热和冷却系统的设备。

确定綫型酚甲醛树脂和生胶的比值时，必須考虑到制品的操作条件。对于外形复杂和金属鑲配件很多的制品来说，应该采用以 HP-30 和 HP-25（生胶含量达 30%）熔合物为基础的压塑料，因为它们具有优良的弹性。对于要求冲击强度和抗静弯强度优良的制品来说，也可以采用以 HP-15 或 HP-20 熔合物（生胶含量分别等于 15 和 20%）为基础的压塑料。对于坚固性要求較低的制品，可以采用以 HP-5 和 HP-10 等熔合物为基础的压塑料。

如果只需要保证优良的单位冲击强度，那末可以采用合成生胶含量超过 30% 的熔合物。

表 1 列举了某些新型压塑料的物理-机械指标和介电性能。

由表可知，ΦKΠ 压塑料所能承受的冲击负荷比普通酚醛塑料的负荷高 0.5~2.0 倍。

用 ΦKΠ 压塑料加工成品的方法很多，如轉压法、压鑄法和一般压制法。压鑄和轉压时最好使压塑料具有高度的流动性，并且保证很大的压力。

加工 ΦKΠ 型材料的必要条件是进行预热。如果采用压片材料，必須将它放在感应炉内用高频电流加热。压片分两层排列，而电极固紧在离上层压片表面 20~25 毫米的部位。一直加热到微微冒烟和压片軟化为止。如果粉末沒有预先压片，那末可以把它放在普通恒温箱中在 140~150°C 下预热 2~6 分钟（根据压制塑料的流动性而定）。制品是在阳模和阴模温度 165~180°C 时和压力 350±50 公斤/厘米²下压制而成的。制品每厚 1 毫米，加压持續時間介于 1.05~1.5 分钟。

为了排除压制过程中产生的气体，建议在压模中专门設置一些排气孔道。

如果压制规范不正确，制品表面就可能变灰色和脹大，发生欠压以及制品与压模粘合，从而破坏制品表面。脹大是由于材料欠热所致，而灰色是由于压制前材料过热或压模温度过高所致。欠压的原因可能是压制前材料过热和压模温度不够等等。压模表

表1 以HP 熔合物为基础的压塑料性能

压塑料性能	ΦKII-1	ΦKII-2	ΦKIIM-10	ΦKIIM-15	ΦKIIM-15T
单位冲击韧性(公斤·厘米/厘米 ²)					
最大值	15.0	10.0	12.0	9.2	9.2
最小值	9.0	7.0	8.0	7.1	7.6
极限抗静弯强度(公斤/厘米 ²)					
最大值	600	850	580	540	570
最小值	500	750	500	450	470
马丁法耐热性(°C)					
最大值	138	145	150	142	141
最小值	120	130	130	120	122
吸水率(克/厘米 ²)					
最大值	0.18	0.12	0.06	0.04	0.025
最小值	0.12	0.1	0.026	0.02	0.02
表面电阻率(欧姆)					
最大值	$3.2 \cdot 10^{12}$	$4.3 \cdot 10^{11}$	$2.5 \cdot 10^{13}$	$1.0 \cdot 10^{13}$	$2.0 \cdot 10^{13}$
最小值	$4.0 \cdot 10^{11}$	$2.4 \cdot 10^{11}$	$5.2 \cdot 10^{11}$	$5.5 \cdot 10^{12}$	$1.6 \cdot 10^{12}$
体积电阻率(欧姆·厘米)					
最大值	$5.0 \cdot 10^{12}$	$8.7 \cdot 10^{10}$	$9.0 \cdot 10^{12}$	$1.0 \cdot 10^{12}$	$2.3 \cdot 10^{12}$
最小值	$3.9 \cdot 10^{11}$	$1.0 \cdot 10^{10}$	$7.2 \cdot 10^{11}$	$6.5 \cdot 10^{11}$	$8.0 \cdot 10^{11}$
击穿电压(千伏/毫米)					
最大值	—	18.0	15.0	14.0	14.0
最小值	—	13.0	12.6	13.0	13.0

面應該仔細鍍鉻和拋光。如果不遵守這個規則，壓塑料就可能與鍍鉻薄弱的地方結合，由於材料的強度很高，而使鉻層從相鄰部位剝落下來。

雖然還沒有研究熔合物中綫型酚醛樹脂和生膠結合過程的化學，但是現在已經能夠肯定，以熔合物為基礎的壓塑料的耐熱性比以純綫型酚醛樹脂為基礎的壓塑料優良。這就表明了綫型酚醛樹脂和生膠在結合過程中可能發生化學反應。在此過程中游離苯酚和烏洛托品可能起着重大的作用。

通過比較，證明以 HP 熔合物為基礎的新材料比某些其它材料具有一系列的優越性。例如，在生膠中添加硫化劑（硫磺、卡普塔克斯^①等）最多的硬質膠，耐熱性約為90°C。這種硬質膠甚

① 卡普塔克斯是促進劑M。——譯者

至在溫水中也很容易變形，在石油產品中發生溶脹，而且在連續長時間光照下它的絕緣性能急劇降低。

以 HP-30 熔合物為基礎和用木粉填充的高強度壓塑料製品能够在衝擊機中承受多次衝擊、不致損壞；而纖維填充的酚醛塑料衝擊兩次就會損壞。除此以外，以 HP 熔合物為基礎的壓塑料製品具有優良的彈性，因而在裝配、運輸和受到強烈機械作用下也不容易損壞。在使用過程中，承受靜載和極大動載的零件“凹板”証實了這一點。

試驗機械強度時，是在沒有初速度的情況下把裝配好的製品從 1 米高的地方擲到木地板上。用 K-18-2 壓塑粉製造的零件這樣投擲 4~12 次後便破裂了，而用 Φ KП-1 壓塑料製造的零件投擲 100 次後，連裂縫都不曾產生。在比較潮濕的介質里試驗製品的電絕緣性能，所得結果完全符合要求。

塑料研究院試驗工廠和“卡波里特”工廠試驗了 Φ KП 型壓塑料的生產工藝。目前已把綫型酚醛樹脂和合成生膠熔合物的產品及壓塑料的生產方法交由奧赫金聯合化工廠進行工業生產。

根據國外文獻報導，酚醛樹脂和生膠結合是國外製造高強度熱固性壓塑料的主要方向之一。這些壓塑料具有很高的衝擊強度，但耐熱性較低（不超過 100°C ）和吸水率較高。

新型壓塑料的抗沖性、防振性、耐溫度性（在 $-40\sim+120^{\circ}\text{C}$ 的範圍內）以及電性能都比普通酚醛塑料優良得多。新材料容易加工，並且在加工、裝配、清潔和運輸時都很堅固。此外，它們還很容易壓片。

以酚醛樹脂和生膠為基礎的熔合物加入木粉填料後，可以用自動壓機和棒壓機加工電噴砂設備的手柄、計算機和打字機零件、電工儀表、布綫工具、紡織筒子和轉換開關手柄。布層填料的壓塑料用來製造承受很大衝擊負荷的焊接設備手把、槍托、繞綫滾筒，製造要求很高抗扭矩性的鼓風機和電動機機殼、必須保證很高抗沖強度的矿用轉換開關手把以及其它承受衝擊作用的制件。