

**اثر شایسته‌ی تقدیر در "چهل و یکمین دوره جایزه کتاب
سال جمهوری اسلامی ایران" در زمینه‌ی صنعت رنگ و
مهندسی پلیمر در سال ۱۴۰۲**



جایزه کتاب سال
جمهوری اسلامی ایران

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

رزین‌های صنعتی

(مقدماتی)

تدوین:

دکتر منوچهر خراسانی

عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ،
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران)

سرشناسه	: خراسانی، منوچهر، ۱۳۴۵-
عنوان و نام پدیدآور	: رزین‌های صنعتی (مقدماتی) / تدوین منوچهر خراسانی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، مرکز نشر، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	: ج. ۶۵۴ ص.: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۸۷۸-۷
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتاب‌نامه: ص. [۵۴۵]-۵۴۹.
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: صمغ و رزین صنعتی.
موضوع	: Gums and resins, Synthetic
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران). مرکز نشر.
شناسه افزوده	: Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic). Publishing Center.
رده‌بندی کنگره	: TP ۹۳۵
رده‌بندی دیویی	: ۶۶۷/۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۰۹۹۸۰۱

این کتاب در جلسه مورخ ۱۴۰۱/۰۹/۱۳ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	: رزین‌های صنعتی (مقدماتی)
تدوین	: منوچهر خراسانی
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ سوم	: بهار ۱۴۰۳
قیمت	: ۴۵۰,۰۰۰ تومان
تیراژ	: ۵۰۰ نسخه
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۸۷۸-۷
	ISBN : 978-964-463-878-7

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست

عنوان	صفحه
مقدمه‌ی مؤلف	أ
1-رزین‌ها در صنایع رنگ	1
1-1-مقدمه	1
2-1-هدف از کاربرد پوشرنگ‌ها	6
3-1-اجزای پوشرنگ‌ها	7
1-3-1-رزین‌ها	7
1-1-3-1-تاریخچه‌ی رزین‌ها	7
1-2-3-1-تعریف رزین	10
2-3-1-رنگدانه‌ها	12
3-3-1-پرکننده‌ها	13
4-3-1-حلال‌ها	15
5-3-1-مواد افزودنی	17
4-1-مؤلفه‌های مهم رزین مرتبط با رنگدانه و پرکننده	17
5-1-چسبندگی در پوشرنگ‌ها	19
6-1-انواع رزین‌ها	20
1-6-1-سازوکارهای تشکیل فیلم	23
2-6-1-مثال‌هایی از نحوه‌ی پخت رزین‌ها	23
2-مبانی پلیمرها	31
1-2-مقدمه	31
2-2-تاریخچه	31
3-2-طبقه‌بندی بسپارها	39
4-2-نام‌گذاری بسپارها	40
5-2-ساختار بسپارها	42
6-2-وزن مولکولی بسپارها	43

45.....	7-2-شکل شناسی بسپارها.....
46.....	8-2-دمای انتقال شیشه‌ای.....
47.....	9-2-حلالیت بسپارها.....
49.....	10-2-محتوای غیرفرار.....
50.....	11-2-گرانروی.....
52.....	12-2-روش‌های ساخت بسپارها.....
55.....	3-اصول تشکیل فیلم.....
55.....	1-3-مقدمه.....
55.....	2-3-تشکیل فیلم.....
58.....	3-3-روش‌های تشکیل فیلم.....
58.....	1-3-3-تشکیل فیلم از طریق تبخیر حلال.....
58.....	1-1-3-3-سازوکار تبخیر حلال‌ها.....
60.....	2-1-3-3-نکاتی پیرامون تبخیر حلال‌ها.....
63.....	3-1-3-3-اثر رطوبت نسبی.....
67.....	4-1-3-3-کمی نمودن سرعت تبخیر.....
70.....	5-1-3-3-اثر نقطه‌ی شبنم.....
71.....	2-3-3-تشکیل فیلم در رزین‌های شبکه‌ای شونده.....
71.....	1-2-3-3-شبکه‌ای شدن با اکسیژن.....
72.....	2-2-3-3-شبکه‌ای شدن با عامل پخت.....
74.....	1-2-2-3-3-پوشش‌های پودری.....
75.....	3-2-3-3-شبکه‌ای شدن رزین‌های خودشبکه‌ای شونده.....
75.....	4-2-3-3-شبکه‌ای شدن کاتالیزوری.....
76.....	5-2-3-3-شبکه‌ای شدن با رطوبت.....
77.....	6-2-3-3-شبکه‌ای شدن تحت تابش نور.....
77.....	3-3-3-تشکیل فیلم از طریق تشکیل رسوب الکتریکی.....
77.....	4-3-3-تشکیل فیلم از طریق انجماد رزین‌های مذاب داغ.....
78.....	5-3-3-تشکیل فیلم رزین‌های لاتکس پایه‌آبی.....

81	4-رزین‌های طبیعی و نفتی
81	4-1-مقدمه
82	4-2-تاریخچه
83	4-3-رزین‌های طبیعی
84	4-3-1-امبر
84	4-3-2-کوپال
85	4-3-3-دامار
86	4-3-4-المی
86	4-3-5-ماستیک
87	4-3-6-روزین
90	4-3-7-سانداراک
90	4-3-8-شلاک
91	4-4-صمغ‌های طبیعی
94	4-4-1-صمغ عربی
96	4-5-رزین‌های نفتی
99	5-روغن‌های گیاهی
99	5-1-مقدمه
100	5-2-اجزای سازنده‌ی روغن‌های گیاهی
101	5-2-1-ساختمان روغن‌ها
102	5-2-2-سایر اجزاء
105	5-3-ساختمان اسیدهای چرب
105	5-3-1-طول زنجیر
106	5-3-2-غیراشباعیت زنجیر
107	5-3-3-محل قرارگیری پیوندهای دوگانه
108	5-3-4-ایزومر هندسی
109	5-3-5-حضور گروه عاملی
109	5-3-6-مشخصه‌یابی اسیدهای چرب

111	4-5-طبقة بندی روغن ها
112	5-5-انواع دانه های روغنی
113	5-5-1-روغن بزرک
114	5-5-2-روغن کافشه
114	5-5-3-روغن آفتابگردان
114	5-5-4-روغن سویا
115	5-5-5-روغن دانه ی شلغم
115	5-5-6-روغن کرچک
115	5-5-7-روغن تانگ
116	5-5-8-روغن اوتیسیکا
116	5-5-9-روغن تال
117	5-6-واکنش های شیمیایی روغن ها
117	5-6-1-اکسیداسیون
122	5-6-1-1-خشک کن های فلزی
126	5-6-2-بسیار ش حرارتی
127	5-6-3-واکنش صابونی شدن
127	5-6-4-واکنش آب کافت
128	5-6-5-گلیسرولایز
128	5-6-6-واکنش های متفرقه
128	5-6-6-1-گوگرد دار کردن
129	5-6-6-2-اتوکسی دار کردن
129	5-6-6-3-اپوکسی دار کردن
129	5-6-6-4-ساخت آمین های چرب
130	5-6-6-5-ساخت روغن های ایزومر شده
130	5-6-6-6-ساخت روغن های جدا شده از طریق حلال
131	5-6-6-7-آبگیری
131	5-7-ارزیابی روغن ها

132	 عدد یدی 1-7-5
132	 عدد صابونی شدن 2-7-5
133	 درصد جامد 3-7-5
133	 عدد اسیدی 4-7-5
135	 عدد هیدروکسیلی 5-7-5
137	 آکاید رزین ها 6-7-5
137	 مقدمه 1-6
138	 تاریخچه 2-6
140	 مواد اولیه 3-6
140	 اسیدهای کربوکسیلیک 1-3-6
140	 اسیدهای دی و پلی کربوکسیلیک آروماتیک و سیکلوآلیفاتیک 1-1-3-6
144	 اسیدهای دی کربوکسیلیک آلیفاتیک 2-1-3-6
146	 اسیدهای مونو کربوکسیلیک 3-1-3-6
147	 الکل های پلی هیدریک 2-3-6
152	 مخلوط پلی ال ها 1-2-3-6
152	 اسید چرب و روغن 3-3-6
154	 اسیدهای چرب خشک شونده 1-3-3-6
155	 اسیدهای چرب نیمه خشک شونده 2-3-3-6
155	 اسیدهای چرب خشک نشونده 3-3-3-6
156	 روش های ساخت 4-6
156	 روش اسید چرب 1-4-6
157	 روش الکل کافت 2-4-6
158	 روش اسید کافت 3-4-6
158	 مقایسه ی روش های گوناگون ساخت 4-4-6
160	 واکنش های آکاید 5-6
161	 روش های ساخت آکاید رزین 6-6
161	 مقایسه ی روش حلالی و ذوبی 1-6-6

162	.....	2-6-6-ویژگی‌های حلال در روش حلالی
163	.....	7-6-راکتور ساخت رزین آلکید
164	.....	1-7-6-جنس راکتور
167	.....	2-7-6-انتقال حرارت
168	.....	1-2-7-6-سامانه‌ی گرمایشی
169	.....	2-2-7-6-سامانه‌ی سرمایشی
170	.....	3-7-6-بارگذاری
171	.....	4-7-6-هم‌خوردن
173	.....	5-7-6-سامانه‌ی ایجاد خلأ
174	.....	6-7-6-دماسنج
174	.....	7-7-6-دورسنج
175	.....	8-7-6-تهویه
175	.....	9-7-6-اتاق کنترل
175	.....	10-7-6-بسته‌بندی
176	.....	8-6-کنترل‌های راکتور
180	.....	9-6-عاملیت و درجه‌ی بسپارش
182	.....	10-6-تقسیم‌بندی رزین‌های آلکید
182	.....	1-10-6-بر اساس طول روغن
182	.....	1-1-10-6-آلکید کوتاه‌روغن
183	.....	2-1-10-6-آلکید متوسط‌روغن
183	.....	3-1-10-6-آلکید بلندروغن
184	.....	2-10-6-بر اساس نوع روغن
185	.....	1-2-10-6-آلکید اکسیدشونده
185	.....	2-2-10-6-آلکید اکسیدنشونده
185	.....	3-10-6-بر اساس نوع کاربرد
185	.....	1-3-10-6-آلکید هواخشک
186	.....	2-3-10-6-آلکید با خشک‌شدن اجباری

186	.....	6-10-3-آلکید نرم کننده یا پخت نشونده
187	.....	6-10-3-4-آلکید کوره‌ای
187	.....	6-11-آلکیده‌های اصلاح شده
187	.....	6-11-1-اصلاح فیزیکی
187	.....	6-11-1-1-نیترات سلولز
188	.....	6-11-1-2-کلروکائوچو
188	.....	6-11-2-اصلاح شیمیایی
188	.....	6-11-2-1-واکنش با پیوندهای دوگانه‌ی آلکید رزین
190	.....	6-11-2-2-واکنش با گروه‌های عاملی آلکید رزین
194	.....	6-12-پوشش‌های پر جامد
195	.....	6-13-رزین‌های آلکید پایه‌آبی
195	.....	6-13-1-آلکیده‌های رقیق‌شونده با آب
196	.....	6-13-2-آلکیده‌های امولسیون‌ی
196	.....	6-14-آزمون‌های تعیین خواص
196	.....	6-14-1-درصد جامد
197	.....	6-14-2-چگالی
197	.....	6-14-3-عدد اسیدی
197	.....	6-14-4-عدد هیدروکسیلی
198	.....	6-14-5-گرانروی
199	.....	6-14-6-رنگ
200	.....	6-15-ساخت آلکید رزین
203	.....	6-15-1-اصلاح‌های در حین تولید
203	.....	6-15-2-توصیف خواص عمومی
206	.....	6-16-فرموله کردن آلکید رزین
213	.....	7- پلی‌استرهای اشباع و غیر اشباع
213	.....	7-1-مقدمه
213	.....	7-2-تاریخچه

215	3-7- پلی استرهای اشباع
215	4-7- پلی استرهای غیر اشباع
217	5-7- ماده‌های اولیه
217	1-5-7- الکل‌های چند عاملی
217	1-1-5-7- دی‌ال‌ها
221	2-1-5-7- تری‌ال‌ها
222	3-1-5-7- پلی‌الکل چهار عاملی
223	2-5-7- پلی‌اسیدها و انیدریدهای اشباع
226	3-5-7- پلی‌اسیدها و انیدریدهای غیر اشباع
227	4-5-7- مونومرهای شبکه‌ای کننده
228	6-7- واکنش‌های ساخت
230	7-7- روش‌های ساخت
230	1-7-7- استری شدن مستقیم
232	2-7-7- واکنش مبادله‌ی استر
232	3-7-7- واکنش دی‌ال و اسیدهای کلراید
233	4-7-7- واکنش خود استری شدن
234	5-7-7- واکنش حلقه‌گشایی لاکتون‌ها
234	8-7- سازو کارهای پخت
234	1-8-7- ایجاد شبکه از طریق گروه‌های کربوکسیلیک
236	2-8-7- ایجاد شبکه از طریق عاملیت هیدروکسیلی
239	9-7- ویژگی‌های شیمی-فیزیکی
242	10-7- کاربرد پلی استرها
242	1-10-7- پوشش‌ها
243	1-1-10-7- پوشش‌های ورقه‌ای
244	2-1-10-7- پوشش‌های نوشتار ناپذیر
244	3-1-10-7- پوشش‌های کوره‌ای
244	4-1-10-7- پوشش‌های خودرویی

245	پوشرنگ‌های پودری	5-1-10-7
248	الیاف پلی‌استر	6-1-10-7
249	رزین‌های قالب‌گیری پلی‌استر	7-1-10-7
249	ساخت یک نمونه‌ی صنعتی	11-7
253	کنترل‌های راکتور	12-7
255	آمینو رزین‌ها	8-آمینو رزین‌ها
255	مقدمه	1-8
256	تاریخچه	2-8
256	ماده‌های اولیه	3-8
257	ترکیب‌های آمینی	1-3-8
258	ترکیب‌های آلدئیدی	2-3-8
258	الکل‌های آلکیل‌کننده	3-3-8
260	کاتالیزورها	4-3-8
261	روش ساخت	4-8
263	انواع آمینو رزین‌ها	5-8
264	آمینو رزین‌های بسیار آلکیل‌شده	1-5-8
265	آمینو رزین‌های جزئی آلکیل‌شده	2-5-8
266	آمینو رزین‌های حاوی ایمینوی زیاد	3-5-8
267	آمینو رزین‌های جزئی آلکیل‌شده‌ی حاوی مقدار ایمینوی بالا	4-5-8
267	واکنش‌های محتمل	6-8
270	سازوکار کاتالیزوری اسیدی جزئی	1-6-8
274	سازوکار کاتالیزوری اسیدی کلی	2-6-8
277	واکنش‌های خودتراکمی	3-6-8
281	واکنش‌های آب‌کافت	4-6-8
283	واکنش‌های شبکه‌ای‌شدن	5-6-8
284	نقش کاتالیزورها در واکنش پخت	7-8
287	تأثیر ماهیت رزین‌های پخت‌شونده	8-8

289	9-8-انواع آمینو رزین‌های تجاری
290	1-9-8-آمینو رزین‌های اوره فرمالدئید
291	2-9-8-آمینو رزین‌های ملامین فرمالدئید
295	3-9-8-آمینو رزین‌های بنزوگوانامین فرمالدئید
296	4-9-8-آمینو رزین‌های گلیکولوریل فرمالدئید
298	10-8-اصول فرموله کردن پوشش‌ها با آمینو رزین‌ها
299	1-10-8-روش محاسبه‌ی آمینو رزین مورد نیاز
300	11-8-کاربردها
309	9-رزین‌های فنولیک
309	1-9-مقدمه
310	2-9-تاریخچه
311	3-9-ماده‌های اولیه
311	1-3-9-فنول و مشتق‌های آن
316	2-3-9-آلدئیدها
319	3-3-9-الکل‌ها
320	4-3-9-کاتالیزورها
321	4-9-واکنش‌های شیمیایی ساخت
323	1-4-9-رزین فنولیک رزول
325	2-4-9-رزین‌های فنولیک نووالاک
328	5-9-سینتیک واکنش‌های ساخت
329	6-9-ساخت رزین‌های فنولیک
330	1-6-9-ساخت رزین‌های نووالاک
331	2-6-9-ساخت رزین‌های رزول
331	7-9-پخت رزین‌های فنولیک
333	1-7-9-پخت رزول‌ها
335	2-7-9-پخت نووالاک‌ها
336	8-9-اصلاح رزین‌های فنولیک

- 337 1-8-9-اختلاط رزین‌های فنولیک و اپوکسی
- 338 2-8-9-اختلاط رزین‌های فنولیک و وینیلی
- 338 3-8-9-اختلاط رزین‌های فنولیک و روغن
- 339 1-3-8-9-رزین‌های استخلاف‌نیافته‌ی فعال حرارتی
- 339 2-3-8-9-رزین‌های استخلاف‌نیافته‌ی غیرفعال حرارتی
- 340 3-3-8-9-رزین‌های استخلاف‌یافته‌ی فعال حرارتی
- 340 4-3-8-9-رزین‌های استخلاف‌یافته‌ی غیرفعال حرارتی
- 341 9-9-کاربردها
- 343 10-رزین‌های نیترات سلولز
- 343 1-10-مقدمه
- 344 2-10-تاریخچه
- 345 3-10-ساختار شیمیایی
- 345 1-3-10-ساختار شیمیایی سلولز
- 347 2-3-10-ساختار شیمیایی نیترات سلولز
- 348 4-10-ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نیترات سلولز
- 349 1-4-10-حلالیت رزین نیترات سلولز
- 353 2-4-10-گرانروی محلول‌های نیترات سلولز
- 355 3-4-10-درجه‌ی بسپارش
- 355 4-4-10-درجه‌ی استخلاف، محتوای نیتروژن و هیدروکسیل
- 356 1-4-4-10-انواع رزین‌های نیترات سلولز صنعتی
- 357 5-10-ساخت رزین نیترات سلولز
- 358 1-5-10-فرآیند نیتراسیون
- 359 2-5-10-پایدارسازی و تنظیم گرانروی
- 360 3-5-10-فرآیند تکمیلی
- 360 4-5-10-بسته‌بندی محصول
- 361 6-10-اصلاح ویژگی‌های رزین نیترات سلولز
- 361 1-6-10-اختلاط با رزین‌های نیترات سلولز

362	اختلاط با رزین‌های دیگر	10-6-2
363	آلکیدی‌های اصلاح‌شده با روغن نارگیل یا کرچک	10-6-2-1
363	صمغ استری اصلاح‌شده با انیدرید مالئیک	10-6-2-2
364	رزین‌های تولوئن‌سولفونامید فرمالدئید	10-6-2-3
364	دامار واکس‌زدایی‌شده	10-6-2-4
365	همب‌سپارهای پلی‌وینیل کلراید استات	10-6-2-5
365	رزین‌های اکریلیک	10-6-2-6
365	رزین‌های کتونی حلقوی	10-6-2-7
365	رزین‌های برپایه‌ی شکر	10-6-2-8
366	بنزوات ساکروس	10-6-2-9
366	رزین‌های استایرن-انیدرید مالئیک	10-6-2-10
366	استفاده از نرم‌کن‌ها	10-6-3
367	استفاده از رنگدانه‌ها	10-6-4
368	کاربردهای تجاری	10-7
369	پوشش‌های نیترات سلولزی	10-7-1
370	لاک‌های نیترات سلولزی	10-7-1-1
370	ورنی‌های نیترات سلولزی	10-7-1-2
373	آستری‌ها و روکش‌های زیرین	10-7-1-3
375	بتونه‌ها	10-7-2
376	جوهرهای نیترات سلولزی	10-7-3
378	فلکسوگرافی	10-7-3-1
379	فتوگراور	10-7-3-2
381	اپوکسی رزین‌ها	11-اپوکسی رزین‌ها
381	مقدمه	11-1
382	تاریخچه	11-2
382	ساختمان رزین اپوکسی	11-3
385	ماده‌های اولیه	11-4

390	5-11-نقش پیوندهای شیمیایی در تعیین ویژگی ها.....
390	6-11-واکنش های گروه اپوکسید.....
390	1-6-11-واکنش های اضافی با استخلاف های هسته دوست.....
391	1-1-6-11-واکنش با عامل های هیدروکسیلیک.....
391	2-1-6-11-واکنش با عامل های اسیدی.....
392	3-1-6-11-واکنش با آمین ها.....
392	2-6-11-واکنش های اضافی با عامل های الکترون دوست.....
392	1-2-6-11-واکنش اضافی با آلکیل هالیدها.....
393	2-2-6-11-واکنش اضافی با ایزوسیانات ها.....
393	3-2-6-11-واکنش اضافی با اکسیدهای سولفور.....
393	3-6-11-واکنش های احیا.....
394	7-11-اصطلاح های متداول.....
396	8-11-انواع اپوکسی رزین ها.....
396	1-8-11-رزین های گلیسیدیل اتر اپوکسی.....
399	2-8-11-اولفین های اپوکسیدی.....
399	3-8-11-رزین های اپوکسی استر.....
400	4-8-11-رزین های گلیسیدیل اتر آروماتیک.....
401	5-8-11-رزین های گلیسیدیل آمین آروماتیک.....
402	6-8-11-رزین های سیکلوالیفاتیک.....
402	7-8-11-مقایسه ی ویژگی ها.....
402	9-11-پخت رزین های اپوکسی.....
403	1-9-11-عامل های پخت کاتالیستی.....
404	2-9-11-عامل های پخت چندعاملی.....
404	1-2-9-11-پخت با پلی آمین های آلیفاتیک.....
406	2-2-9-11-پخت با پلی آمیدها.....
407	3-2-9-11-پخت با پلی آمین های آروماتیک.....
408	4-2-9-11-پخت با انیدریدها.....

409	.....	11-9-2-5-پخت با مرکاپتان‌ها
409	.....	11-9-2-6-پخت با پلی‌ایزوسیانات‌ها
409	.....	11-9-2-7-پخت با رزین‌های فنولیک
410	.....	11-9-2-8-پخت با اسیدهای کربوکسیلیک
411	.....	11-9-2-9-پخت با آمینو رزین‌ها
411	.....	11-9-3-معیارهای انتخاب عامل پخت
411	.....	11-9-4-محاسبه‌ی مقدار عامل پخت
413	.....	11-9-5-عامل‌های مؤثر در سینتیک واکنش‌های پخت
413	.....	11-9-6-افزایش عمر مصرف و کاهش زمان پخت
414	.....	11-10-حلال‌های مصرفی
418	.....	11-11-کاربرد رزین اپوکسی
419	.....	11-12-ویژگی‌های رزین اپوکسی
420	.....	11-12-1-مقاومت در برابر آب
420	.....	11-12-2-مقاومت در برابر شرایط اسیدی
421	.....	11-12-3-مقاومت در برابر شرایط قلیایی
421	.....	11-12-4-مقاومت در برابر محلول‌های نمکی
421	.....	11-12-5-مقاومت در برابر حلال‌ها
422	.....	11-12-6-مقاومت در برابر گازها
422	.....	11-12-7-مقاومت در برابر روغن‌ها و چربی‌ها
422	.....	11-12-8-مقاومت در برابر حرارت
423	.....	11-12-9-مقاومت در برابر سایش و ضربه
423	.....	11-12-10-سختی
424	.....	11-12-11-مقاومت در برابر شرایط جوی
424	.....	11-12-12-سمیت و بو
424	.....	11-12-13-چسبندگی
425	.....	11-12-14-ویژگی‌های الکتریکی
425	.....	11-12-15-براقیت

427	 رزین‌های اکریلیک
427	 1-12- مقدمه
428	 2-12- تاریخچه
429	 3-12- ماده‌های اولیه
430	 1-3-12- مونومرها
430	 1-1-3-12- استرهای اسید اکریلیک
432	 2-1-3-12- استرهای اسید متاکریلیک
433	 3-1-3-12- مونومرهای عامل‌دار
435	 4-1-3-12- مونومرهای اتراکریلات
437	 2-3-12- کومونومرها
438	 3-3-12- بازدارنده‌ها
439	 4-3-12- تأخیراندازنده‌ها
440	 5-3-12- آغازگرها
444	 4-12- ویژگی‌های عمومی مونومرهای اکریلیکی
444	 1-4-12- دمای انتقال شیشه‌ای
448	 2-4-12- سمیت مونومرها
449	 5-12- واکنش‌های ساخت
450	 1-5-12- سازوکار بسپارش رادیکال آزاد
451	 2-5-12- سینتیک بسپارش رادیکال آزاد
452	 3-5-12- همبسپارش رادیکال آزاد
452	 6-12- محیط‌های بسپارش
453	 1-6-12- بسپارش توده‌ای
454	 2-6-12- بسپارش محلولی
454	 3-6-12- بسپارش تعلیقی
455	 4-6-12- بسپارش تعلیقی معکوس
456	 5-6-12- بسپارش امولسیون
457	 6-6-12- بسپارش پراکنشی

458	.....	12-7-انواع رزین های اکریلیک
458	.....	12-7-1-رزین های اکریلیک پایه حلالی
458	.....	12-7-1-1-رزین های اکریلیک پایه حلالی گرمانرم
459	.....	12-7-2-رزین های اکریلیک پایه حلالی گرماسخت
464	.....	12-7-2-پراکنه های غیرآبی اکریلیکی
466	.....	12-7-3-پراکنه های اکریلیکی پایه آبی
468	.....	12-7-4-رزین های اکریلیک پرجامد
469	.....	13-رزین های پلی یورتان
469	.....	13-1-مقدمه
470	.....	13-2-تاریخچه
471	.....	13-3-ماده های اولیه
471	.....	13-3-1-ایزوسیانات ها
478	.....	13-3-2-پلی ال ها
479	.....	13-3-3-عامل های گسترش دهنده ی زنجیر و شبکه ای کننده
481	.....	13-3-4-کاتالیزورها
483	.....	13-3-5-حلال ها
483	.....	13-4-واکنش های شیمیایی
484	.....	13-4-1-واکنش های ایزوسیانات با سایر اجزاء
485	.....	13-4-1-1-واکنش ایزوسیانات با آمین
		13-4-1-2-رقابت میان آب و پلی ال های حاوی گروه هیدروکسیل اولیه در واکنش با ایزوسیانات
486	.....	13-4-1-3-واکنش های ثانویه با گروه های ایزوسیانات باقی مانده در سامانه
489	.....	13-5-انواع رزین های پلی یورتان
490	.....	13-5-1-سامانه های دوجزئی پلی ال-ایزوسیانات قابل پخت در دمای محیط
490	.....	13-5-1-1-واکنش اکریلیک پلی ال ها با پلی ایزوسیانات ها
491	.....	13-5-1-2-واکنش پلی استرهای اشباع با پلی ایزوسیانات ها
491	.....	13-5-1-3-واکنش پلی اترها با پلی ایزوسیانات ها

- 491.....13-5-2-سامانه‌های دوجزئی پلی‌یورتانی رطوبت‌پز
- 492.....13-5-3-سامانه‌های تک‌جزئی پلی‌ال-ایزوسیانات‌های بلوکه‌شده‌ی کوره‌ای
- 493.....13-5-3-1-سامانه‌های تک‌جزئی حلالی کوره‌ای
- 495.....13-5-3-2-سامانه‌های تک‌جزئی پودری کوره‌ای
- 496.....13-5-4-سامانه‌های تک‌جزئی پلی‌یورتانی گرمانرم
- 496.....13-5-5-سامانه‌های تک‌جزئی آلکید-یورتان
- 497.....13-5-6-پلی‌یورتان اصلاح‌شده با اپوکسی
- 498.....13-5-7-پراکنه‌های یورتانی
- 499.....13-5-8-لاتکس‌های خودآمولسیون‌شونده
- 501.....13-6-اهمیت حذف آب از اجزای مصرفی
- 501.....13-7-روش اعمال رزین برای تشکیل پوشش پلی‌یورتانی
- 501.....13-8-سازوکارهای تشکیل فیلم
- 502.....13-9-ویژگی‌های مقاومتی پوشش‌های پلی‌یورتان
- 503.....13-9-1-خواص مکانیکی
- 504.....13-9-2-مقاومت شیمیایی
- 504.....13-9-3-مقاومت در برابر تابش پرتوی فرابنفش و نور مرئی
- 505.....13-9-4-مقاومت در برابر آب و رطوبت
- 505.....13-9-5-مقاومت در برابر حرارت
- 505.....13-9-6-مقاومت در برابر اشتعال
- 505.....13-10-بررسی شکل‌شناسی میکروفازها
- 510.....13-11-تخریب پوشش‌های پلی‌یورتان
- 511.....13-11-1-تخریب ناشی از اکسیداسیون
- 512.....13-11-2-تخریب ناشی از آب‌کافت
- 512.....13-11-3-تخریب ناشی از گرماکافت
- 513.....13-11-4-تخریب ناشی از تجزیه‌ی گرمایی
- 513.....13-11-5-تخریب ناشی از نورکافت
- 513.....13-11-6-تخریب ناشی از حلال‌کافت

514	تخریب بیولوژیکی	7-11-13
514	روش های مقابله با تخریب	8-11-13
515	فرمولاسیون پوشش های پلی یورتان	12-13
515	پوشش پلی یورتان روی چوب	1-12-13
516	پوشش پلی یورتان روی بتن	2-12-13
516	پوشش پلی یورتان روی فلزها	3-12-13
520	پوشش های پلی یورتان برای کاربردهای الکتریکی	4-12-13
520	پوشش پلی یورتان منعطف	5-12-13
523	رزین های سیلیکونی	14-13
523	مقدمه	1-14
524	تاریخچه	2-14
525	شیمی ترکیب های سیلیکونی	3-14
528	نام گذاری پلی ارگانوسیلوکسان ها	4-14
530	روش های ساخت	5-14
530	روش تهیه ی عنصر سیلیسیم	1-5-14
530	روش تهیه ی تتراکلرید سیلیکون	2-5-14
530	روش تهیه ی ارگانوسیلان ها و ارگانوکلروسیلان ها	3-5-14
531	روش فریدل و کرافت	1-3-5-14
531	روش مولر و روشو	2-3-5-14
532	روش تهیه ی سیلانول ها	4-5-14
533	بسپارش سیلانول ها	1-4-5-14
533	رزین های سیلیکونی	6-14
534	رزین های سیلیکونی خالص	1-6-14
534	نسبت وزنی R:Si	1-1-6-14
535	نسبت محتوای متیل به فنیل	2-1-6-14
535	گرانروی	3-1-6-14
536	رزین های ترکیبی	2-6-14

536	.....	14-6-3- ماده‌های میانی فعال در ترکیب با رزین‌های آلی
537	.....	14-6-4- اتیل سیلیکات
541	.....	14-6-5- استرهای الیگومری آلکیل سیلیکات
541	.....	14-7-7- ویژگی‌های سطحی پوشش‌های حاصل از رزین سیلیکونی
542	.....	14-7-1- مقاومت حرارتی
542	.....	14-7-2- مقاومت آب‌وهوایی
543	.....	14-7-3- مقاومت شیمیایی
543	.....	14-7-4- چسبندگی
545	.....	مراجع
551	.....	نمایه
593	.....	واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی
615	.....	واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی

مقدمه‌ی مؤلف

به‌خاطر می‌آورم که در سال 1368 که نخستین تجربه‌ی ساخت رنگ و کار با رزین‌ها، رنگدانه‌ها، حلال‌ها و مواد افزودنی را در شرکت رنگسازی نقش رنگ بدست آوردم، رزین‌های آلکید و کوپلیمرهای وینیل‌استاتی تنها رزین‌های ساخت داخل کشور بودند. در سال 1369 با گروهی از انسان‌های مصمم و آرزومند آشنا شدم که با عشق و امید، خالق بزرگ‌ترین و مدرن‌ترین شرکت تولیدکننده‌ی رزین‌های پایه‌آبی شدند. تجربه‌ی سی‌ساله‌ی اینجانب به‌ویژه در چهار مجموعه‌ای که از ابتدا عضو هیأت مؤسس آن‌ها بوده‌ام (شامل شرکت‌های سیماب‌رزین، تاک‌رزین، رونیکا رزین و پارس‌شیمیر وارنا) به‌بنده آموخت که آن‌چه موجب تعالی و پیشرفت در شرکت‌ها می‌شود شامل اراده، سرمایه، مدیریت، فناوری و درستکاری صاحب‌های آن صنعت است و البته در کنار تمامی این عامل‌ها نباید از لطف خداوندی نیز به‌عنوان مهم‌ترین عامل غافل شد.

علاقه‌ی فراوان به‌مطالعه در حوزه‌های فنی مرتبط با رنگ و رزین سبب شد تا پیشنهاد استاد ارجمندم جناب آقای دکتر سیامک مرادیان در سال 1374 را برای تدریس درس مهندسی رزین‌های صنعتی از صمیم قلب بپذیرم. از آن زمان تا به‌امروز که به‌عنوان عضو هیأت علمی در دانشگاه صنعتی امیرکبیر افتخار حضور دارم، ضمن مطالعه و پژوهش در این حوزه، تمامی تلاش خود را در راستای ارتباط هرچه بیش‌تر دانشگاه و صنعت بکار برده‌ام و معتقد هستم که پیشرفت یک دانشگاه مرهون سه عامل تخصص، تدبیر و میزان عشق و علاقه‌ی اعضای هیأت علمی آن به‌حرفه‌ی مقدسی است که برگزیده‌اند و تأثیر این سه عامل را می‌توان در موفقیت‌ها و ناکامی‌های دانشگاه‌های کشور به‌خوبی حس نمود.

کتاب حاضر حاصل بیش از سی سال مطالعه و تجربه‌ی اینجانب در صنعت و دانشگاه است. با وجود تمامی مشکلات، در سال 1399 با اراده‌ای راسخ و در سایه‌ی لطف خداوند متعال به‌نگارش بیست‌ساله‌ی این کتاب پایان دادم و صادقانه و با افتخار می‌گویم که برای بهبود کیفیت متن این اثر طی ده‌ها جلسه‌ی طولانی با

ویراستارها و صاحب نظرها، تلاش کرده‌ام تا این کتاب با دقت هرچه تمام‌تر به گونه‌ای عرضه شود که هیچ جمله‌ی فکرنشده‌ای در آن وجود نداشته باشد. از این رو، در چاپ آن عجله نکردم و ویراستاری آن که مرحله‌ای طاقت‌فرسا بود، بیش از یک سال مستمر به طول انجامید. مطالب این کتاب در سطح مقدماتی و تنها به منظور آشنایی مخاطب‌های محترم با اصطلاح‌ها، ساختارها و روش‌ها است و در صورتی که قرار بود تمامی مطالب بروز در آن گنجانده شود، این کتاب هرگز به مرحله‌ی چاپ نمی‌رسید. زیرا با پیشرفت روزافزون علم و فناوری، هر روز مطالب جدیدتری برای نوشتن به وجود خواهند آمد. از این رو، مطالب پیشرفته‌تر را به کتاب‌های بعدی موکول کرده‌ام و اگر عمری باشد، امیدوارم توفیق چاپ آن‌ها را نیز بدست آورم.

مخاطب‌های این کتاب، دانشجویها و صنعتگرهای فعال در رشته‌های مرتبط با رنگ، رزین و پوشش‌ها هستند. باید اذعان نمود که شاید کتاب حاضر یکی از محدود کتاب‌های تخصصی و جامع در این حوزه باشد که جنبه‌های گوناگون انواع رزین‌های مهم و متداول مورد استفاده در صنعت رنگ را از جنبه‌های تاریخی، ساختاری، تولیدی و ویژگی‌های کاربردی در برمی‌گیرد. شیوه‌ی نگارش و نحوه‌ی ارائه‌ی مطالب در این کتاب به گونه‌ای بوده است که حداقل نیازهای خواننده را در ارتباط با جنبه‌های عمومی انواع رزین‌ها در هر فصل به صورت مستقل تأمین کند. فصل اول مقدمه‌ای پیرامون توصیف رزین‌ها و اهمیت آن‌ها در صنایع رنگ است. در فصل دوم به مبانی پلیمرهای قابل استفاده در رزین‌ها پرداخته شده است و به درک خواننده در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکی-مکانیکی آن‌ها کمک فراوانی خواهد کرد. فصل سوم به اهمیت تشکیل فیلم و سازوکارهای گوناگون آن‌ها در رزین‌ها اختصاص دارد. رزین‌های طبیعی همچنان در حوزه‌های مختلف دارای کاربردهای ویژه‌ای هستند و از این رو در فصل چهارم به مهم‌ترین مشخصه‌های رزین‌های طبیعی و نفتی پرداخته شده است. روغن‌ها دارای کاربردهای فراوان (هم به تنهایی و هم به عنوان یکی از اجزاء در تولید رزین‌های الکید) و مصارف مختلف هستند که ذکر ساختارها و ویژگی‌های آن‌ها در فصل پنجم بحث شده است. از فصل ششم تا چهاردهم به مباحثی پیرامون انواع رزین‌های الکید، پلی‌استر، آمینو، فنولیک، نیترات سلولز،