فراورش گرمانرمهای تقویت‌شده با الیاف (۲)

Processing of Fibre Reinforced Thermoplastics
By: M. Mahlke
Engineering Plastics Vol 2, No 3, 1989

ترجمه: هوری میوه‌چی
مجمع علوم و تکنولوژی پلیمر

واژه‌های کلیدی:
فراورش، پیش آغشته، رشته پیچی، ماتریس، گرمادهی

در این مقاله به بحث درباره فراورش پیش آغشته با عمل رشته پیچی و تکنولوژی آن می‌پردازیم. همچنین چگونگی فراورش مواد پیش آغشته با توجه به خصوصیات ماتریسهای گرماسخت و گرمانرم مورد بحث و مقایسه قرار می‌گیرد.
طراحی ماشین آلات برای پیچیدن پیش آغشته و تجهیزات لازم برای دستیابی به سرعت بالا از بخشهای دیگر مقاله است. در ضمن تجربیات با پیش آغشته‌های گرمانرم و گرماسخت با یکدیگر مقایسه می‌شوند و روشهای گرمادهی دو سیستم با توجه به انواع سیستمهای گرمادهی بحث می‌شوند.
گرانروی ماتریسهای همراه با الیاف گوناگون و به طور مشخص گرانروی رزینها مورد بررسی قرار می‌گیرد و ویژگیهای گرمانرمهای تقویت شده با نمد و شیشه (GMT) ارائه می‌گردد. (۴)

گرم کردن محصولات نیمه آماده *GMT*

لازمهٔ فراورش *GMT* این است که شاهدهای *GMT* مسطح باید قابل قالبگیری با گرمادهی سطح خارجی قالب فشاری باشند *[34]*. در حال حاضر تجهیزات مختلفی برای چنین گرمادهی به کار برده می‌شوند ولی هیچ روش کاملاً مطلوبی یافت نشده است. موارد زیر بعضی ملاحظات و محاسبات را ارائه می‌دهند که در انتخاب، ساخت و استقرار واحدهای پیش گرمادهی می‌توانند مفید باشند. الگوی شرایط یک چنین واحد پیش گرمادهی به طور کلی به شرح زیر است:

ـ گرمادهی دقیق و تکرار پذیر از $220^{\circ}C$ ـ $180^{\circ}C$ (برای ماتریس *PP*)
ـ میزان بالای بازدهی
ـ زمانهای کوتاه گرمادهی
ـ حجم کوچک
ـ استعداد فرایند اشکال هندسی مختلف شاهد

این شرایط در مورد پلی پروپیلن، به دست آمده که یکی از رایجترین ماده ماتریس مورد استفاده است.

چنین الگوی شرایط، اوضاع مرزی ویژه فنی و ماده را در نظر می‌گیرد.

۱ ـ مدت دوره متوسط ۴۵ ثانیه و حداقل حدود ۳۰ ثانیه
۲ ـ مقادیر گرمایی ماده
۳ ـ چسبندگی شاهد بالای حدود $155^{\circ}C$
۴ ـ حساسیت پلی پروپیلن به گرمادهی بیش از حد

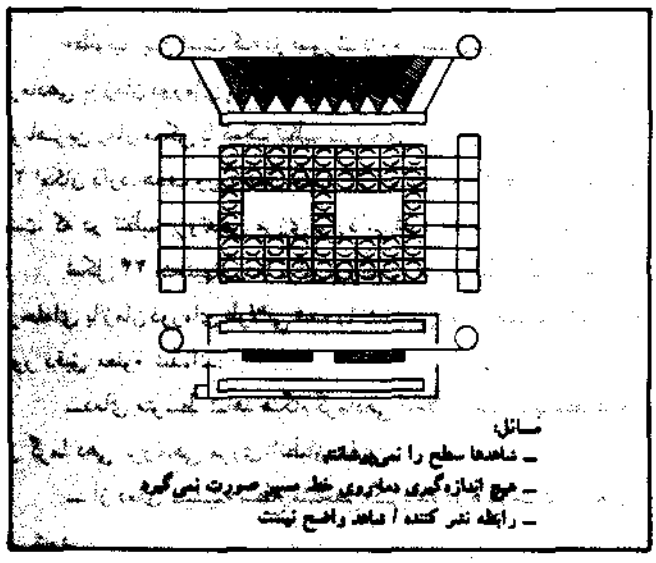
دومین شرط مرزی نیاز به ملاحظه دقیقتر دارد. یکی از ویژگیهای گرمانرمهای تقویت شده با نمد شیشه این است که محصول نیمه آماده شبه ورقه ماهیت جامد فشرده خود را در دماهای بالای حدود $160^{\circ}C$ از دست می‌دهد و به طور فزاینده ساختار سست‌تری به خود می‌گیرد. چون تا به حال امکان نداشته است که مقادیر مورد لزوم ماده را برای محاسبات با ماده‌ای در این حالت تعیین کرد، مقادیر برای محصول نیمه تمام فشرده باید برای حالت دمای بالا فرض شوند. بنابراین و به ناچار همیشه مقداری عدم قطعیت در ملاحظات و محاسبات زیر وجود دارد.

در اساس سه روش گرمادهی شاهدهای *GMT* وجود دارد.

۱ ـ انتقال همرفتی گرما
۲ ـ جذب تابش الکترومغناطیسی
۳ ـ گرمارسانایی

انتقال همرفتی گرما (آون با هوای در گردش) منجر به طولانی شدن زمانهای گرمادهی و در نتیجه ماشین‌آلات بزرگ می‌شود *[35]* و بنابراین بیش از این مورد بحث قرار نمی‌گیرد. رایجترین روش مورد استفاده در حال حاضر گرمادهی با گرمکنهای تابشی زیرقرمز با طول موج متوسط است (شکل ۱۷). مهمترین مزیت آن این است که به هیچ گونه تماس (جدا از دستگاه نقل و انتقال) احتیاجی نیست، که به طور عمده مسئله تماس با *GMT* که در دماهای بالا چسبناک هستند را حل می‌کند.

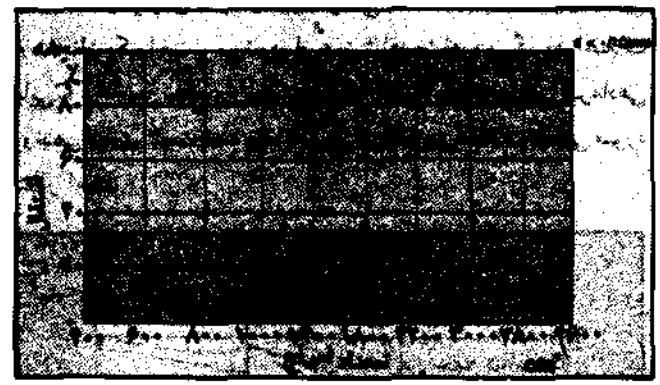
Key Words:
Processing, Prepreg, Filament winding, Matrix, Heating



شکل ۱۷ ــ گرمادهی با تابش زیرقرمز

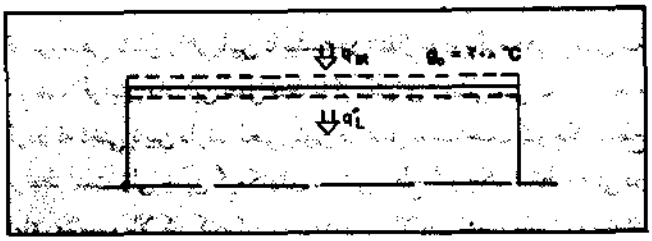
خواص جذب محصول نیمه تمام *GMT* برای کنترل فرایند این نوع گرمادهی از اهمیت زیادی برخوردار است.

شکل ۱۸ تحلیل رفتار انتقالی *GMT* رنگ طبیعی را نشان می‌دهد. در نمونه‌ای با ضخامت ۰/۱۵ میلی‌متر، فقط کسر کوچکی از تابش می‌تواند به داخل نمونه نفوذ کند. در *GMT* رنگین شده با دوده، هیچ انتقالی در این شرایط نمی‌تواند ردیابی شود. بنابر این می‌توان فرض کرد تابش زیرقرمز که به شاهد *GMT* می‌رسد، بدون هیچ‌گونه وابستگی ویژه به‌طول موج، به داخل شاهد نفوذ نمی‌کند، ولی به طور مستقیم روی سطح شاهد جذب می‌شود و آن را گرم می‌کند. بنابراین گرمارسانایی محصول نیمه تمام مقدار تعیین کننده برای گرمادهی است.



شکل ۱۸ ــ انتقال GM۳۰ PP به عنوان تابعی از تعداد امواج

توازن انرژی روی سطح شاهد در جستجوی سریعترین روش ممکن گرما دهی مفید است (شکل ۱۹). گرما دهی تابشی فقط می‌تواند به سطح شاهد آن قدر گرما برساند که از سطح به داخل شاهد هدایت می‌شود، بدون اینکه از دمای بیشینه سطح $200\,^{\circ}C$ فراتر رود. شکل ۲۰ منحنیهای دمای محاسبه شده مربوط و چگالیهای جریان گرما را نشان می‌دهد. دمای سطح تقریباً بلافاصله به $200\,^{\circ}C$ می‌رسد و این در حالی است که دمای وسط شاهد به طور ثابت به میزان انتهایی $190\,^{\circ}C$ می‌رسد. چنین



شکل ۱۹ ــ تعادل گرما روی سطح شاهد

$\dot{q}'_w \circ \dot{q}'_L$

$\dot{q}'_{st}$ ــ شدت جریان گرما ناشی از تابش $\dot{q}'$ ــ شدت جریان گرما از گرمارسانایی

گرمادهی تابشی چند مرحله‌ای

$\dot{q}'_{0,1} \circ t_0 = \dot{q}'_{0,1}$

$\dot{q}'_{0,1}$ ــ چگالی جریان گرما از مرحلهٔ ۱ با برونددهی بیشینه

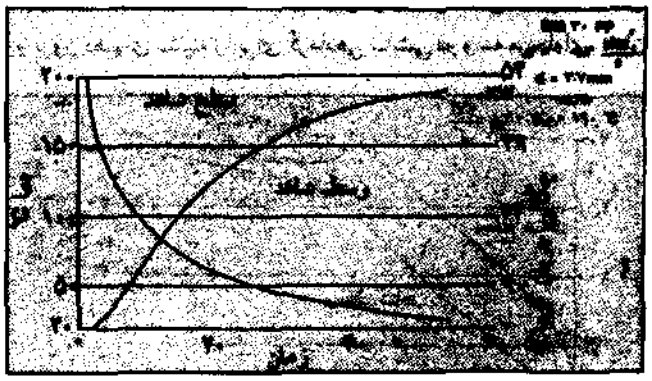
t_0 ــ زمان دور برای برونددهی بیشینه

t ــ زمان دور مورد نظر

$\dot{q}'$ ــ چگالی جریان گرما مرحله ۱ که تنظیم شود $\dot{q}'_{0,1} \frac{t_0}{t} = \dot{q}'$

منحنیهای دما، در شرایط مرزی محصول نیمه تمام (از جمله چگالی)، سریعترین راه ممکن گرمادهی شاهدهای *GMT* را نشان می‌دهد. نتیجهٔ مشابه از لحاظ نظری توسط گرما دهی تماسی در دمای $200\,^{\circ}C$ روی سطوح، قابل حصول است. این روش بعید است که منجر به گرما دهی بیش از حدّ بشود.

در هر حال این استراتژی از تجربه واقعی بسیار دور است، زیرا که مستلزم مقدار زیاد گرما در ابتدای فرایند گرمادهی است که نمی‌توان آنرا توسط ماشین آلات واقعی به دست آورد. در منحنیهای شکل ۲۱ این واقعیت در نظر گرفته شده است. برونددهی ثابت و بیشینه در شروع فرایند

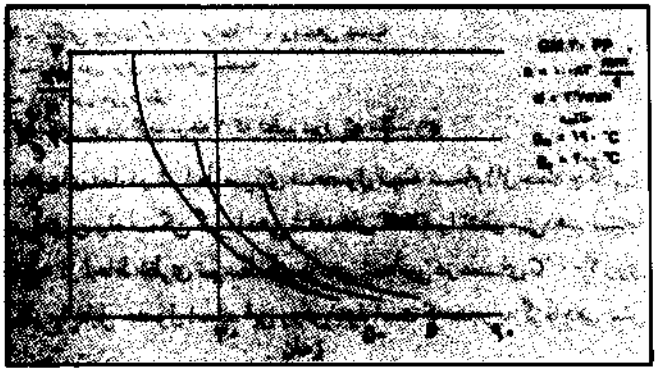


شکل ۲۰ ــ منحنی گرمای نظری برای گرمکن تابشی

گرمادهی که در یک نقطهٔ بعدی روی منحنی وقتی که دمای سطح مجاز بیشینه حاصل می‌شود، کاهش پیدا می‌کند، به طوری که کوتاهترین زمان گرما دهی ممکن بدون تجاوز در دمای مجاز به دست آید. زمانهای گرما دهی قابل حصول برای برونددهی‌های مختلف اولیه را می‌توان در شکل ۲۱ نیز دید.

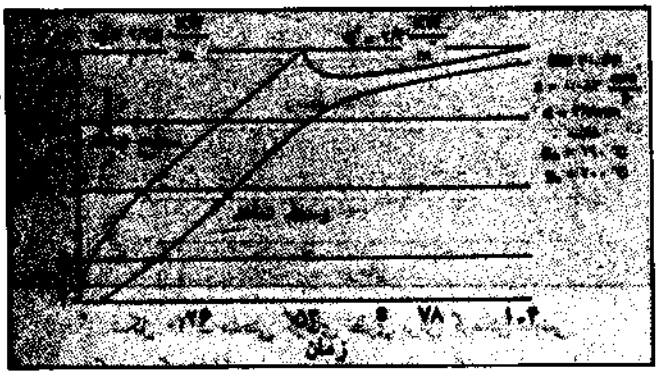
مسائل ممکن است از این واقعیت ناشی شود که این روش نیاز به مقادیر مختلف گرما در زمانهای مختلف دارد. علاوه بر همهٔ اینها لازم است که بروندهی تابش را از پایین تا بیشینه در انتقال به دورگرمادهی بعدی به سرعت افزایش داد. این عمل فقط با گرمکنهای تابشی می‌تواند انجام گردد که لختی پایین دارند. لختی پایین در عمل به مساحت کوچک سطح مرتبط است ولی چنین گرمکنهای تابشی سطح کوچک فقط وقتی در دمای مناسب بالا کار کنند، به برون دهیهای بالا خواهند رسید (به عنوان مثال گرمکنهای هالوژنی). با گرمکنهای تابشی داغ خطر اشتغال قطرات پلی‌پروپیلن و خراب شدن گرمکن از خرده پلیمرهای سوخته است. حتی اگر این خطر هم در نظر گرفته نشود.

گرمکنهای تابشی داغ با طول موج کوتاه عمر کاری کوتاهتری نسبت به گرمکنهای سردتر تابشی با طول موج متوسط دارند.



شکل ۲۱ ــ منحنی گرما برای گرما دهی تابشی تک مرحله‌ای فنی

چنین مسئله‌ای با استفاده از گرمکنهای تابشی بزرگ و چند مرحله‌ای حل می‌شود. در هر یک از مراحل یگانه، دستگاه به نحوی تنظیم می‌شود که بروندهی ثابت باشد و شاهدها از مراحل به صورت دوره‌ای عبور کنند. شکلهای ۲۲ و ۲۳ سریعترین فرایند گرما دهی ممکن و از این رو برون دهیهای بیشینه را برای گرمادهی تابشی دو و سه مرحله‌ای، نشان



شکل ۲۲ ــ دماها و چگالیهای جریان گرما برای سریعترین گرمادهی با استفاده از گرمکنهای تابشی دو مرحله‌ای

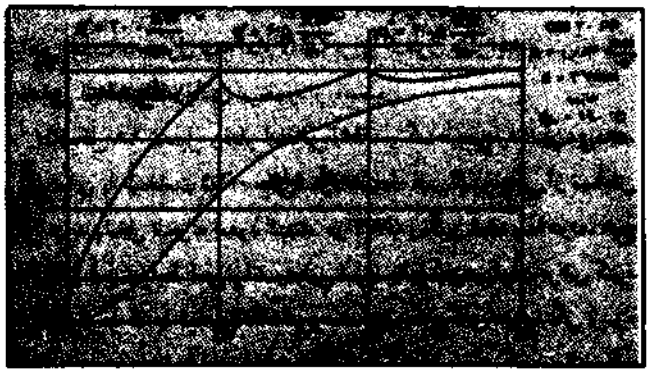
می‌دهند. این شکلها برای انتخاب، ساخت و تنظیم ماشین، ایستگاه گرما دهی، منحنیهای دما، کوتاهترین زمان گرما دهی ممکن و سطوح گرمادهی را که در مراحل مختلف باید تنظیم شوند، نشان می‌دهند.

مطلوب این است که در صورت لزوم زمان دور ایستگاه پیش گرمادهی با زمان دوره‌ای پرس تنظیم شود. این امر برای هر زمان دور بجز کوتاهترین زمان ممکن با کمک تنظیم بروندهی مرزی از شکلهای ۲۲ و ۲۳ امکان دارد. هدف ورود همان مقدار انرژی به درون شاهد در هر مرحله است که در تنظیم بروندهی مرزی وارد می‌شود (شکل ۱۹ را ببینید).

شکل ۲۴ منحنیهای دما برای بروندهی یک ایستگاه گرمادهی سه مرحله‌ای با زمان دوره‌ای طولانی شده را نشان می‌دهد. خصوصیات زیر به طور دقیق معلوم شده‌اند:

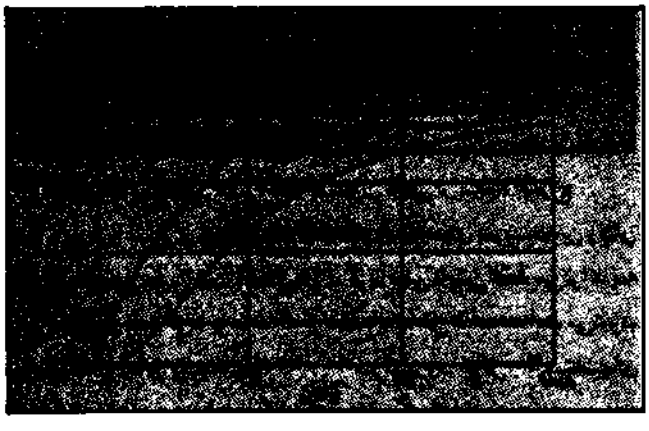
ــ دمای متوسط شاهد هنگام گرمادهی کاملاً با دمای متوسط شاهد از گرما دهی بروندهی مرزی انطباق دارد

ــ از دمای بیشینه سطح مشخص گردیده در هیچ حالتی تجاوز نمی‌شود.



شکل ۲۳ ــ دماها و چگالیهای جریان گرما برای سریعترین گرمادهی با استفاده از گرمکنهای تابشی مرحله‌ای

ــ در مواردی که زمان دوره طولانی شده است، یک الگوی دمایی که همچنان یکنواخت‌تر می‌شود، از عمق شاهد مشاهده می‌گردد. اختلاف دمایی ۱۸۰°C بین سطح و وسط شاهد، که به‌عنوان معیار پایانی گرمادهی بروندهی مرزی تثبیت شده بود، تخمینی از بالاترین اختلاف دمایی مورد انتظار است.

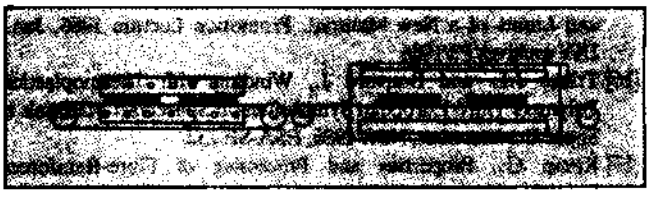


شکل ۲۴ ــ گرمکن تابشی سه مرحله‌ای با زمان دوره طولانی شده

از نقطه نظر زمان دوره، گرمادهی تابشی سه مرحله‌ای باید نیازهای تولیدی امروزی را برآورده سازد. در ارزیابی گرمادهی تابشی چند مرحله‌ای باید در نظر داشت که چنین ترتیبی شرایط نسبتاً ضعیفی را برای گرمادهی دقیق و تکرارپذیر فراهم می‌آورد. به‌غیر از مسائل اساسی گرمکنهای تابشی، برای مثال ترتیب نسبی ناکامل مشخص شده گرمکن و سطح شاهد [36]، این واقعیت که هیچ راه حل عملی برای اندازه‌گیری دما با ارتباط مستقیم شاهد در گرمادهی تابشی یافت نشده از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین امکان ندارد که کنترل حلقه بسته مطلوب دمای شاهد را نسبت به‌بروندهی گرمکن به‌دست آورد. خطاها در کنترل دما از چند مرحله بدون اینکه شناخته شوند عبور می‌کنند و ممکن است افزایش یابند. این وضعیت با اندازه‌گیری دما بین هر یک از مراحل چندان اصلاح نمی‌شود. این اندازه‌گیریها را فقط می‌توان با ثبت آنی دمای سطح شاهد انجام داد. گرمادهی بیش از حد می‌تواند، به‌عنوان مثال، شناخته شود ولی به‌صورتی که در واقع رخ می‌دهد تصحیح نمی‌شود.

از چنین عواملی مشخص می‌شود که فقط گرمادهی تابشی‌ای که توسط سیستم حلقه بسته کنترل نمی‌گردد، وقتی می‌تواند با اعتبار بیشتر عمل کند که حالت اصلی شاهد شناخته شده باشد و می‌تواند با اطمینان شاهد به‌شاهد دوباره تکرار شود.

از این جهت روش گرمادهی تابشی تک مرحله‌ای پیش گفته سودمند است که در دمای اتاق شروع به‌کار می‌کند. امکان دیگر برای زمان دور کمتر شامل ترکیبی از گرمادهی تماسی و تابشی (شکل ۲۵) با بروندهی متغیر است. اگر دمای صفحهٔ تماس توسط بخار تنظیم شود، گرمادهی بسیار یکنواخت و تکرارپذیر شاهدها تا حدود ۱۵۰°C با کمترین زحمت به‌دست می‌آید.



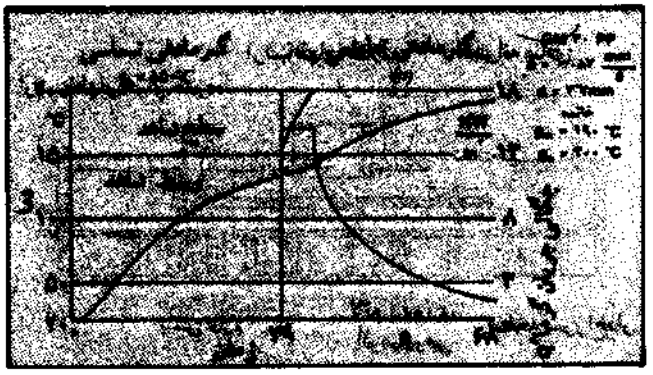
شکل ۲۵ ــ ترکیب گرمادهی تماسی و تابشی

گرمادهی بیشتر تا دمای فراورش، توسط گرمادهی تابشی متعاقب آن، با شدتهای مختلف صورت می‌گیرد. در مقایسه با گرمادهی تک مرحله‌ای، اختلاف بین بروندهی بیشینه و کمینه کوچکتر است (شکل ۲۶). بنابراین به‌نظر می‌رسد که با گرمکنهای آهسته‌تر، سردتر و با حساسیت کمتری می‌توان به‌گرمادهی موفق دست یافت.

جدول ۷ کوتاهترین زمانهای دور قابل دستیابی با روشهای مختلف را جمعبندی و مقایسه می‌کند.

جابه‌جایی شاهدهای *GMT*

پس از گرمادهی، شاهدهای داغ باید قاعدتاً روی هم قرار گرفته و

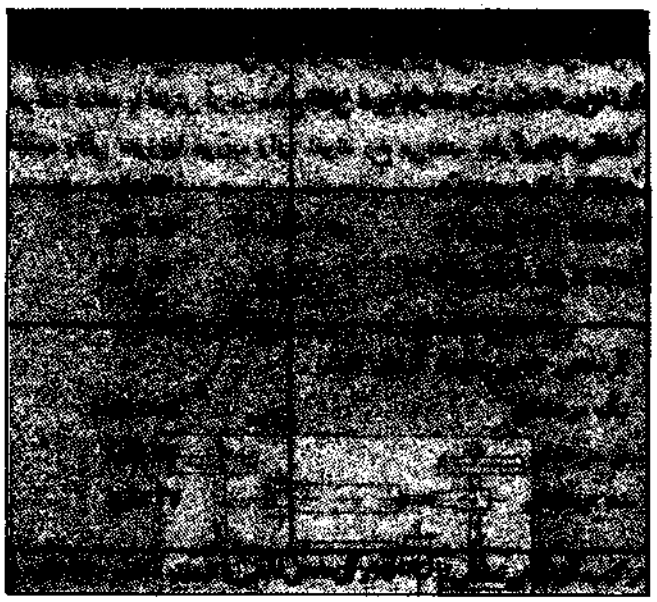


شکل ۲۶ ــ دما و جگالیهای جریان گرما برای گرمادهی توأم تماسی و تابشی

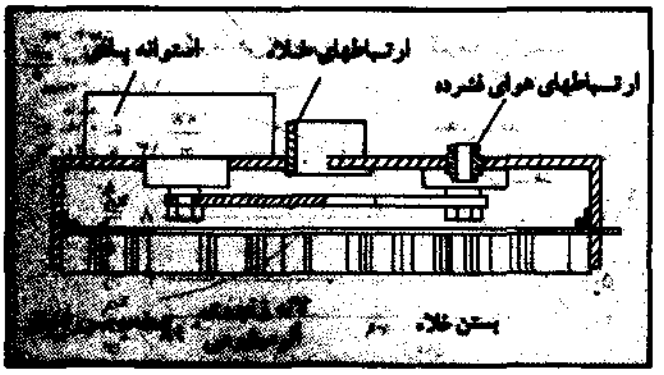
بسته شوند و تا حدّ امکان با دقت در وسیله فشار دهنده جای گیرند. در مقایسه با فراورش *SMC (sheet moulding compound)*، جابه‌جایی تا حدودی مشکلتر است، زیرا شاهدهای *GMT* سختی کمتری دارند، گاهی به‌شدت چسبنده‌اند و جابه‌جایی شاهدها باید به‌سرعت انجام گیرد تا اینکه سرد شدن و از بین رفتن خواص سیال رخ ندهد. از این رو استفاده از سیستمهای جابه‌جایی خودکار جهت ایجاد شرایط مرزی ثابت برای مرحلهٔ مهم در فرایند، یعنی قالبگیری توسط فشار، به‌نظر معقول می‌رسد.

در مرجع ۳۷، مفاهیم برای چنین سیستمهای جابه‌جایی بر اساس طبقه‌بندی قسمتهای قالبگیری شده *GMT* نمونه تکامل یافته و به‌شکل کامل نشان داده شده‌اند.

جدول ۷



مسئله اصلی در تحقّق سیستمهای جابه‌جایی به نظر می‌رسد که تکامل واحدهای گیرنده باشد که جهت استفاده قابل اطمینان‌اند. شکل ۲۷ یک واحد گیرنده برای جابه‌جایی یک شاهد را نشان می‌دهد. شاهد توسط خلاء به گیرنده می‌چسبد. لانه زنبوری آلومینیومی تکیه گاهی برای شاهد با

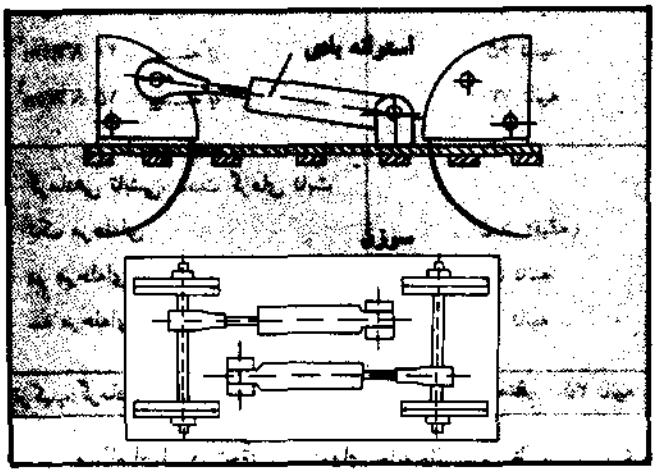


شکل ۲۷ ــ گیرندهٔ خلایی

سطح تماس کوچک فراهم می‌آورد. گیرنده را می‌توان با شکلهای هندسی مختلف شاهد با استفاده از صفحات سوراخ‌دار مختلف انطباق داد. شاهد را می‌توان با بستن دریچه یا منفذ و واردکردن جریان کوچکی از هوای فشرده از گیرنده رها کرد. به این صورت گیرنده دارای پیش شرطهای خوبی برای عملکرد معتبر است چون هیچ خطر آلودگی قسمتهای متحرک توسط چسبیده شدن باقی‌مانده‌های پلیمری وجود ندارد.

گیرنده‌های سوزنی راه حل جالبی را برای گرفتن چند شاهد روی هم قرار گرفته، ارائه می‌دهند. شکل ۲۸ یک گیرندهٔ سوزنی را برای *GMT* نشان می‌دهد. وجه مشخص این گیرنده استفاده از سوزنهای خم شده است که وقتی در داخل شاهد جای می‌گیرند، مسیر دایره‌ای طی می‌کنند. در نگهداشتن شاهدها به اصطکاک نمی‌توان اطمینان داشت و در عمل شاهدها به‌طور محکم توسط سوزنهای بلند نگهداری می‌شوند.

فایدهٔ دیگر این ترتیب سوزن این است که سوزنها تقریباً به‌طور عمودی وارد سطح شاهد می‌شوند و از آن بیرون می‌آیند. این عمل از حرکت شاهد یا لغزش آن در سطح افقی حین برداشتن یا گذاشتن، که اغلب وقتی سوزنها مورّب وارد شوند رخ می‌دهد، جلوگیری می‌کند.



شکل ۲۸ ــ گیرندهٔ سوزنی

REFERENCES

[1] Barking H. L., Control Concepts for Precision Winding of Fibre Reinforced Plastics, Dissertation at the RWTH Aachen, 1978

[2] Hille E. A., Filament Winding Techniques in the Manufacture of Geometrically Complicated Parts, Dissertation at the RWTH Aachen, 1981.

[3] Neise E., Processing of Fibre-Reinforced Plastics with Industrial Robots, Dissertation at the RWTH Aachen, 1986.

[4] Menges G. and Kirberg K. W., Possibilities of Process Simulation for Filament Winding, Contribution to the Conference of the Society for Reinforced Plastics, Mainz, 2nd-4th November 1987

[5] Gellhorn E.V., Manufacture of Technical Parts by the Winding Technique, Dissertation at the RWTH Aachen, 1985

[6] Seiler U., Effect of the Manufacturing Parameters in Prepreg Production on the Mechanical Properties, Concluding report of DFG Research Proposal Ha 1364/2-1

[7] Fitzer E. and Jager H., Reinforcement of the Thermoplastics Polycarbonate and Polysulphone with Carbon Fibres:Manufacture and Properties of the UD Composite Bodies. Lecture at the 21 st Annual Conference of the AVK, 1985

[8] Engelen H., Thermoplastic Matrix Materials. Unpublished work at the IKV, 1982

[9] Berghaus U., High-Speed Winding. Unpublished work at the IKV, 1986

[10] Puck A. and Schurmann H., Tensile- / Compression- / Torsion Testing on Pipe-Shaped Test Specimens. 18th Annual Public Conference of the AVK e.V. Freudenstadt, 5th-7th October 1982

[11] Neitzel M., Composite Materials in the Construction of Pressurised Vessels, Research Report VDI-Z Series 5, No. 8

[12] Neitzel M., Production Information from BASF AG, 1986

[13] Horsting K., Effect of Roving Twist in Filament Winding on the Total Laminate Properties. Unpublished work at the IKV, 1987

[14] Clemans S.R. et al., Performance Thermoplastic Composites in Looking Ahead for Materials and Processes, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1987

[15] Neise E., Long Fibre Reinforced Thermoplastics: Possibilities and Limits of a New Material. Promotion Lecture 1986, Jan., IKV archives P5/1986

[16] Trisne J.L. and Bouvard J., Winding with Thermoplastics. Polymers Third European Symposium on Spacecraft Materials in Space Environment, Nov. 1985, ESA-SP-232

[17] Kemp G., Properties and Processing of Fibre-Reinforced Polyetheretherketone, New Materials, Technical essays on materials research, special exhibition 'New Materials' at METAV 86

[18] Bachle B., Infra-red Heating of Long-Fibre Reinforced Thermoplastic Prepregs for the Winding Process. Unpublished work at the IKV, 1986

[19] Neitzel M. and Menges G., Development of Processing Parameters for High-Speed Winding with Prepregs of Glass and Carbon Fibres and Polymer Matrices. Outline Proposal to BMFT, 1985

[20] Kotte R., Experiments on the Heating of Thermoplastic Prepregs by Ultrasound in the Winding Process. Unpublished work at the IKV, 1986

[21] Palatal/LHZ Prepregs, Technical Information from BASF AG, 1987

[22] Starke J., Equipment for Winding of Long-Fibre Reinforced Thermoplastics. Unpublished work at the IKV, 1987

[23] Haberstroh E., Joining and Forming of Plastics. Reprint of lecture at the RWTH Aachen, 1987

[24] Brownhill D., GMT Sheet is the Hottest News in RP, Modern Plastics International, 1986, 1, pp. 38-40
[25] Seiler E. et al., Glass Mat-Reinforced Thermoplastics, Kunststoffe, 72, 1982, pp. 341ff
[26] Wald H.-H. and Schriever H., Glass Mat-Reinforced Thermoplastics, Kunststoffe, 75, 1985, 8, pp. 497-503
[27] Veenboer T. et al., ISO-GMT - a New Semi-Finished Product in Thermoplastics Reinforced by Glass Mats with a Semi-Crystalline Matrix for the Manufacture of Mould Parts under Pressure, Composites, 1985, 4, pp. 21-23
[28] Ehrenstein G.W. et al., Glass Mat-Reinforced Thermoplastics, Kunststoffe, 66, 1976, 12, pp. 793ff
[29] Glass Mat-Reinforced Thermoplastics - Properties, Processing, Application, Kunststoffberater, 4, 1986, 4, pp. 36-38
[30] Fahnler F., Active Anionic Polymerisation of Caprolactam. Information on Technical Applications 356/81, Bayer AG, Leverkusen, 1981
[31] Cremer M., Investigation of the Use of a Co-Rotating, Closely Intermeshing Twin-Screw Extruder in the manufacture of Glass Mat-Reinforced Polyamide Semi-Finished Products,. Unpublished work at the IKV Aachen, 1987
[32] Tillmanns P., Setting in Operation a Plant for the Manufacture of Glass Fibre Reinforced Polyamide Semi-Finished Products. Unpublished thesis at the IKV. Aachen, 1987
[33] Tillmanns P., Construction of Impregnation Equipment for the Manufacture of Glass Fibre Reinforced Polyamide Semi-Finished Products. Unpublished work at the IKV, Aachen, 1986
[34] Wald H.H. and Schriever H., Glass Mat-Reinforced Semi-Finished Products, Processing, Applications and Properties, Kunststoffe 75th year, 1985, vol. 8, pp. 497-503
[35] Kupper S., GMT-Glass Mat-Reinforced Thermoplastics - Properties, Processing, Application, Lecture at AVK Conference, Freudenstadt, 1985
[36] Weinand D, Construction of a Model of Heating and Drawing in Thermoforming, Dissertation at the RWTH Aachen, 1987
[37] Muller W., Handling Systems for GMT Processing. Unpublished thesis at the IKV

ویلیام آستبری

William Astbury

ویلیام آستبری در ۲۵ فوریه سال ۱۸۹۸ در لانکشایر انگلستان به دنیا آمد. پس از دریافت چند بورس تحصیلی در کالج کمبریج که به وسیله جنگ جهانی اول قطع شد به پژوهش و مطالعه به همراه براگ پرداخت. وی داده‌های اشعهٔ ایکس موجود را، از چند دوجین بازتاب اندک حاصل از روش یونش تا ۲۵۶ بازتاب به دست آمده از روش عکاسی، افزایش داد.

در سال ۱۹۲۲ به همراه کاتلین یاردلی، که پس از ازدواج نام لونزدیل (*Lonsdale*) گرفت، در مورد اشتقاق و فرمولبندی سیستماتیک ۲۳۰ گروه فضایی کار کرد. در سال ۱۹۲۶ به درخواست ویلیام براگ چند عکس اشعه ایکس از پشم، برای سخنرانی وی در مورد تبلور ناقص مواد معمولی، تهیه کرد. پس از آشنایی با این ماده، وی علاقهٔ زیادی به الیاف طبیعی پیدا کرد. در سال ۱۹۲۸ مؤسسه سلطنتی را به قصد دانشگاه لیدز ترک گفت و کار در این زمینه را به مدت ۳۰ سال در آنجا ادامه داد و نام فعالیتهای خود را زیست‌شناسی مولکولی گذاشت. وی بر روی شکلهای غیر کشیده α ــ کراتین و کشیده β ــ کراتین در استخوان نهنگها، خارپشتان، مو، پشم و سایر الیاف مربوط مطالعاتی انجام داد. او دریافت که ساختار β ــ کراتین شبکهٔ پلی پپتیدی مسطح است که در آن یک رشته زنجیرهای اصلی کاملاً کشیده شده در کنار یکدیگر به وسیله پیوندهای عرضی از نوع کووالانسی و الکترواستاتیکی قرار گرفته‌اند. وی در سال ۱۹۶۱ درگذشت.

منبع: Chemistry in Britain
Aug 1986

ویلیام هنری براگ

William Henry Bragg

طی نیمهٔ اول قرن حاضر، شیمی ساختاری مواد آلی را با راهنمائیهای سر ویلیام هنری براگ مدیر مؤسسهٔ سلطنتی پایه‌گذاری شد و رشد و پیشرفت کرد. در بین بسیاری از بلورشناسانی که بین سالهای ۲۲ ــ ۱۹۲۳ بر روی این موضوع بژوهش می‌کردند، پنج تن درجه *FRC* دریافت کردند که هر یک آموزشکده‌های بلورشناسی خود را بنا نهادند.

در هشتم ژوئن سال ۱۹۱۲ علم پراش اشعه ایکس در آکادمی علوم باواریان (*Bavarian*) متولد شد و آن زمانی بود که ماکس لائو (*Max Laue*)، والتر فریدریچ (*Walter Friedrich*) و پل نی پینگ (*Paul Knipping*) اولین عکس پراش اشعه ایکس را به‌نمایش گذاشتند. در تابستان همان سال ویلیام لورنس براگ (*William Lawrence Bragg*) دانشجوی دانشگاه کمبریج، قانون مشهور خود $n\lambda = 2d \sin\theta$ را انتشار داد. پدر وی ویلیام هنری براگ که در آن زمان در دانشگاه لیدز بود، طیف‌سنج اشعهٔ ایکس براگ را اختراع کرد. دستگاهی که داده‌های پراش اشعهٔ ایکس را با دقت کامل بدست می‌داد. در سال ۱۹۱۳ پدر و پسر مقاله‌ای در مورد ساختار نمکهای معمولی روی بلاند و الماس انتشار دادند. جنگ جهانی اول وقفهٔ موقتی در پژوهشهای بلورشناسی ایجاد کرد که در آن هنگام به‌جای آن ویلیام براگ بر روی تشخیص صداهای زیر آب به‌منظور مشخص کردن محل دقیق و جهت حرکت کشتی‌ها و زیردریائیها کار کرد. در سال ۱۹۱۵ به‌این پدر و پسر جایزهٔ نوبل فیزیک اعطا شد. آنها دنیای بلورها را بین خود تقسیم کردند. پدر بر روی ساختار مواد آلی و کوارتز مطالعه می‌کرد، در حالی که پسر وی در دانشگاه منچستر بر روی مواد معدنی کار می‌کرد.

در سال ۱۹۱۵ ویلیام براگ شغلی را در دانشگاه کالج لندن قبول کرد و پس از پایان جنگ، تشکیل گروهی از دانشمندان جوان و ممتاز را آغاز کرد. پس از فوت جیمز دوار (*James Dewar*) مدیر مؤسسهٔ سلطنتی، براگ برای جانشینی وی دعوت شد. طی سال ۱۹۱۹ درسها و سخنرانیهایی را در مؤسسه با عنوان دنیای اصوات برگزار کرد و در سال ۱۹۲۲ یک سخنرانی درباره ساختار مولکولهای آلی ترتیب داد که در آن با استفاده از برون‌یابیها و اندازه‌گیریهای شبکه‌ای اشعهٔ ایکس به‌مقایسه‌ای بین حلقه‌های شش عضوی نفتالین آنتراسن، α و β ــ نفتول و اسنفتن (*Acenaphthene*) با الماس و گرافیک پرداخت. در آن زمان تنها ساختار کربن‌داری که عملاً و به‌تفصیل شناخته شده بود، الماس بود. بعد از این سخنرانی موفقیت‌آمیز، رسمیت وی در مؤسسه تثبیت شد.

طی این سالها بیش از هفتاد دانشمند پژوهشگر با براگ در مؤسسه همکاری داشتند. پنج نفر از آنها دانشکده‌های بلورشناسی در دانشگاههای انگلستان تأسیس کردند و برای عضویت انجمن سلطنتی انتخاب شدند. این افراد عبارت‌اند از: ویلیام آستبری (*William Astbury*)، جان دی برنال (*John D. Bernal*)، ارنست کوکس (*Ernest Cox*)، کاتلین لونزدیل (*Kathleen Lonsdale*) و جان مانتیث روبرتسون (*John Monteath Robertson*) که به‌طور دسته‌جمعی نمایندگی تفکر نخستین در شیمی ساختاری آلی آن زمان را داشتند.

برتری فنی و نبوغ مکانیکی که در ویلیام براگ وجود داشت منجر به‌تولید و ساخت تجهیزات فنی با چنان کیفیت بالایی شد که آزمایشگاه وی برای دو دهه پیشتاز مطالعات بلورشناسی بود. در بین دانشمندانی که با براگ کار می‌کردند می‌توان از جنکینسون (*Jenkinson*) سرمکانیک او نام برد که در دانشگاه لیدز اولین طیف‌سنج اشعهٔ ایکس را ساخت. او به‌همراه براگ ابتدا به‌دانشگاه کالج لندن و سپس به‌مؤسسه سلطنتی رفت. از دیگر همکاران براگ، شیرر (*Sheerer*) بود که یک نوع لوله گاز بسیار کارآمد را طراحی کرد و مولر (*Muller*) که مخترع مولد اشعه ایکس با هدف جرخان بود که به‌وسیله آب سرد می‌شد. مولر و شیرر از پیشتازان مطالعه روی ترکیبات بلند زنجیر با اشعهٔ ایکس بودند.

بیشتر وقت شخصی براگ به‌وسیله وظایف اداری، کنفرانسهای عمومی، یک دورهٔ پنج ساله به‌عنوان ریاست مؤسسه سلطنتی و سپس درگیری در جنگ پر شد. گرچه او مؤلف ۷۵ مقاله علمی (در طول اقامت در مؤسسه) بود ولی قادر به‌ادامه یک طرح و برنامه ابداعی خود که قابل پیگیری باشد نشد و بیشتر نقش کسی را داشت که روی کارهای انجام شده در آزمایشگاهش بحث و گفتگو می‌کرد و پیشنهادهایی برای ادامه کار می‌داد. او در سال ۱۹۴۲ درگذشت.

منبع: Chemistry in Britain
Aug 1986