هفدهمین همایش و نهمین نمایشگاه بین المللی صنایع لاستیک و صنایع وابسته
17 Conference And 9 Exhibition Rubber And Related Industries
ایران مال
۲۱ تا ۱۸ دی ماه ۱۴۰۴
Iranmall January 6-7 2026

استفاده از تکنیک‌های طراحی برای بهبود وزن تایر و افزایش راندمان تولید در مجتمع صنعتی آرتاویل تایر

داود مهدوی
مدیر تکنولوژی مجتمع صنعتی آرتاویل تایر
davood.mahdavi78@gmail.com

چکیده: تکنیک‌های طراحی شامل DFA ، DOE و DFM یک رویکرد علمی است که به ما اجازه کسب دانش برای فهم بهتر یک فرایند تولید و چگونگی تأثیر ورودی بر محصول نهایی و ایجاد دستورالعمل‌هایی برای بهینه‌سازی ابعاد و ضخامت مواد نیم ساخته و هم‌چنین برای کاهش تعداد اجزاء و قطعات موردنیاز در تولید محصول و سهولت مونتاژ و کاهش هزینه و پیچیدگی‌های تولید و کاهش ضایعات و افزایش کیفیت و به‌طورکلی افزایش بهره‌وری تولید را در یک سیستم تولیدی به‌همراه دارد و با این تکنیک‌ها در طراحی محصول می‌توان تصمیم‌گیری‌هایی مبتنی بر داده و آمار ارائه داد و خطاهای احتمالی در فرایند تولید را به شکل معنی‌داری کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: تکنیک‌های طراحی، DOE ، DFA ، DFM، قابلیت اطمینان

مقدمه

تایر به‌عنوان یکی از قطعات اصلی و ضروری در صنعت و به‌دلیل تولید انبوه آن در سطح جهان و تنوع و زیاد بودن فرایند تولید آن نقش مهمی در چرخه اقتصاد جهانی دارد. از این‌رو شناسایی راه‌کارهای افزایش کیفیت و بهینه‌سازی منابع و کاهش ضایعات و بهبود فرایند که یکی از محور هفدهمین همایش ملی صنعت لاستیک است از ضروریات این صنعت است در این مقاله، در شرکت آرتاویل تایر از سه تکنیک طراحی DOE برای محاسبه قابلیت اطمینان طراحی و تعریف تلورانس‌ها در پارامترهای کیفی محصول که از طریق ماتریس طراحی تعیین‌شده استفاده‌شده است از DFA در ساده‌سازی فرایند مونتاژ قطعات نیم ساخته تایر و از DFM در طراحی قطعات و مجموعه‌هایی که به‌راحتی ساخت شده و خطاهای احتمالی تولید تایر که به‌صورت انبوه هست را با حفظ کیفیت کاهش می‌دهد به‌کار گرفته‌شده است.

بخش تجربی

به‌دلیل تنوع آیتم‌های کیفی در بحث مواد نیم ساخته به‌عنوان نمونه در این پژوهش سه آیتم ضخامت سایدوال (X1) ضخامت ترد در ناحیه سنتر (X2) و عمق آج (X3) و تأثیر آن در حداقل میزان دوام (Y) را با استفاده از تکنیک DOE بررسی کردیم.

X1= 3.50 ± 0.2 mm X2= 9.5 ± 0.2 mm X3= 8 ± 0.1 mm

Y= min 37.5 Hr

که 2^3 برابر با ۸ حالت به شرح جدول ۱ داریم.

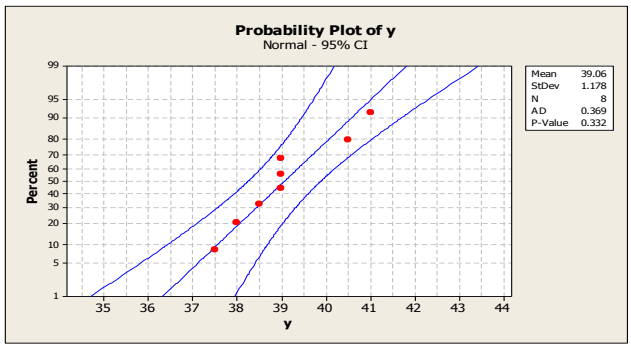
فرمول محاسبه‌شده برای دیتاهای فوق توسط نرم‌افزار Mini Tab به‌صورت زیر است:

Y = -31534 + 8272 x1 + 3387 x2 + 3887 x3 - 889.1 x1*x2 - 1017 x1*x3 - 417.2 x2*x3 + 109.4 x1*x2*x3

برای مثال با جاگذاری مقادیر X1, X3, Y از سطر ۳ مقدار X2 برابر با ۹/۱ به‌دست می‌آید که تقریباً مطابق با تلرانس محاسبه‌شده است (شکل ۱).

جدول ۱-

X1	X2	X3	Y
۳/۳	۹/۳	۷/۹	۳۷/۵
۳/۳	۹/۳	۸/۱	۳۹
۳/۳	۹/۷	۷/۹	۴۱
۳/۳	۹/۷	۸/۱	۳۸
۳/۷	۹/۳	۷/۹	۳۹
۳/۷	۹/۳	۸/۱	۴۰/۵
۳/۷	۹/۷	۷/۹	۳۸/۵
۳/۷	۹/۷	۸/۱	۳۹



شکل ۱- نمودار قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان در طراحی برای پارامتر فوق توسط نرم‌افزار محاسبه‌شده است (جدول ۲).

جدول ۲- شاخص DFA برای سایز رادیال

نام قطعه	شماره قطعه	تعداد دفعاتی که عملیات به‌صورت متوالی انجام می‌شود	زمان عملیات دستی روی هر قطعه (ثانیه)	زمان جاگذاری قطعه (ثانیه)	زمان عملیات هر قطعه (زمان عملیات دستی + زمان جاگذاری)	تعداد حداقل قطعه تئوری (۰ یا ۱)
ترد	۱	۱	۵	۵	۱۰	۱
سایدوال	۲	۱	۷	۵	۱۲	۱
بلت سیمی ۱	۳	۱	۰	۳	۳	۱
بلت سیمی ۲	۴	۱	۰	۳	۳	۱
بید	۵	۱	۱	۳	۴	۱
JLB	۶	۱	۳	۴	۷	۱
لایه I	۷	۱	۳	۳	۶	۱
لایه II	۸	۱	۳	۳	۶	۱
مونتاژ کیس I بر روی کیس II	۹	۱	۲	۲۰	۲۲	۱

N min = 9, ta = 3, tm = 73

DFA Efficiency=(N_min×t_a)/t_ma ×100

DFA Eff=37%

استفاده از تکنیک DFM در طراحی سایز رادیال

۱- طراحی درام قابل‌تغییر با اسپیسر در ماشین تایرسازی جهت جلوگیری از توقف و کاهش راندمان تولید ناشی از تعویض کل درام.
۲- افزایش سرعت ساخت با راه‌اندازی ماشین اتومات.
۳- کاهش زمان پخت تایر با افزایش کیفیت و راندمان تولید.
۴- یکسان‌سازی بعضی از مواد نیم ساخته در سایزهای مختلف.

نتیجه‌گیری

استفاده از این تکنیک‌ها در سال ۱۴۰۳ در شرکت آرتاویل تایر منجر به نتایج زیر شد:
۱- محاسبه دقیق ابعاد و ضخامت مواد نیم ساخته و وزن محصول نهایی اصلاح پروفایل برای سایزهای رادیال معادل ۱۰۰۰ تن در سال صرفه‌جویی مواداولیه به‌همراه داشت.
۲- کاهش زمان مونتاژ و کاهش زمان تعویض سایزها در ایستگاه‌های مختلف تولید باعث افزایش راندمان تولید شد.
۳- بهینه کردن زمان پخت تایر و کاهش آن با سیم‌گذاری و حذف زمان‌های ازدست‌رفته منجر به افزایش راندمان تولید به میزان تقریبی ۱۲۰۰ تن در سال شد.
به‌طوری‌که رکورد تولید در مجموعه آرتاویل تایر در سال ۱۴۰۳ برای نخستین بار با کمترین ضایعات رقم خورد

مراجع

[1] Engineering Todays Designed Experiments

[۲] طراحی برای راحتی تولید و مونتاژ- سید هادی محقق نشر طراح دایره صنعت

[3] Design and Analysis of Experiments 10th Edition Douglas Montgomery