



بازیافت براده‌های فولاد Ck45 با سینترینگ پلاسمای جرقه‌ای: مقایسه با ماشینکاری سنتی و ارزیابی محیط‌زیستی

سیدمحمد رضا سده‌ئی*^۱، زهرا ملکی^۲، فاطمه نوروزی پالنگانی^۳، احمد رضا رستگار^۴، محمد خاکپور^۵

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- دانشکده مهندسی، گروه مهندسی صنایع، مجتمع آموزش عالی گناباد، گناباد، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

۴- دانشجوی کارشناسی، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

۵- مجتمع ماشین‌سازی فدک، گناباد، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	رویکردهای پایدار در بازیافت مواد، کلیدی برای کاهش اثرات محیط‌زیستی فرایندهای تولید به شمار می‌آیند. در این پژوهش، از براده‌های تولید شده در ماشینکاری به عنوان منبعی ارزشمند برای بازیافت استفاده شده است، که نه تنها کاهش پسماند، بلکه دستیابی به فرایندهای تولید مقرون به صرفه‌تر و سازگار با محیط‌زیست را ممکن می‌سازد. از این طریق، تولید پودر برای روش‌های نوین ساخت مانند سینترینگ پلاسمای جرقه‌ای به عنوان جایگزینی کارآمد و دوستدار محیط‌زیست برای روش‌های سنتی ماشینکاری معرفی شده است. در این تحقیق با استفاده از فولاد CK45، چرخه‌ای بسته برای بازیافت مواد ایجاد شده است که در آن براده‌های ماشینکاری مجدداً به نمونه‌ای بالک تبدیل و قطعات تحت آزمون‌های، سختی‌سنجی و تحلیل XRD قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که روش مبتنی بر بازیافت و متالورژی پودر نه تنها خواص مکانیکی برجسته‌ای نظیر افزایش ۳۰ واحدی سختی را ارائه می‌دهند بلکه نسبت به ماشینکاری سنتی، ضمن کاهش مخاطرات محیط‌زیستی، امکان تولید قطعاتی با ویژگی‌های پیشرفته را فراهم می‌آورد. این دستاوردها چشم‌اندازی جدید برای صنایع حساسی، مانند هوافضا و خودرو ارائه می‌دهد که در آن کاهش اثرات محیط‌زیستی و افزایش کارایی، همگام با توسعه فناوری‌های پایدار محقق می‌شود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۷	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۱	
دسترسی آنلاین: ۱۴۰۴/۱۲/۰۴	
کلید واژه‌ها: فولاد، محیط‌زیست، بازیافت، ماشینکاری، براده، سینترینگ پلاسمای جرقه‌ای	



Recycling of Ck45 Steel Chips by Spark Plasma Sintering: Comparison with Conventional Machining and Environmental Assessment

Seyed Mohammadreza Sedehi^{1*}, Zahra Maleki², Fatemeh Norouzi Palangani³, Ahmadreza Rastegar⁴, Mohammad Khakpour⁵

1- Ph.D. Student, School of Mechanical Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Gonabad Higher Education Complex, Gonabad, Iran

3- M.Sc. Student, Faculty of Materials Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

4- B.Sc. Student, Faculty of Administrative and Economic Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

5- Fadak Machinery Complex, Gonabad, Iran

Article Info	Abstract
Article type: Research Article	Sustainable approaches to material recycling are crucial for reducing the environmental footprint of manufacturing processes. In this study, machining chips are utilized as a valuable resource for recycling, thereby enabling both waste reduction and the development of more cost-effective and environmentally sustainable production processes. Through this method, powder production for advanced manufacturing techniques such as Spark Plasma Sintering (SPS) is proposed as an efficient and environmentally sustainable alternative to conventional machining methods. In this research, a closed-loop recycling process was established using CK45 steel, where machining chips were successfully converted into powder feedstock and consolidated into bulk specimens. These specimens were subjected to hardness testing and X-ray diffraction (XRD) analysis. The results demonstrate that this method not only enhances mechanical properties, including an increase of approximately 30 hardness units, but also provides measurable environmental advantages compared to traditional machining. The application of Spark Plasma Sintering facilitates the fabrication of components with advanced performance characteristics while reducing material waste and associated environmental risks. These findings provide a new perspective for critical industries, such as aerospace and automotive, where environmental impact reduction and efficiency enhancement are achieved in parallel with the advancement of sustainable technologies.
Article history:	
Received: 2025/05/17	
Accepted: 2025/10/13	
Available online: 2026/02/23	
Keywords: Steel, Recycling, Machining, Chips, Spark Plasma Sintering (SPS)	