



Невзоров Максим Владиславович

ماكسيم فلاديسلافوفيتش

نيفزوروف

аспирант, ГГТУ им.

П. О. Сухого

طالب دكتوراه في جامعة سخوي

الحكومية التقنية



الشرن العلمي

Петришин Григорий Валентинович

جريجوري فالنتينوفيتش بيتريшин

к.т.н., доцент, декан

машиностроительного

факультета ГГТУ им.

П.О. Сухого

أستاذ مشارك، عميد كلية الهندسة

الميكانيكية بجامعة سخوي

Аннотация: Методами моно- и комплексной химико-термической обработки (ХТО) получены и исследованы новые порошки из дисперсных металлических отходов и промышленно выпускаемых порошков: стали 40X (в виде стружки, подвергнутой очистке в виде отжига и предварительному измельчению в шаровой мельнице), промышленно выпускаемого порошка ПЖРВ и отходов чугуна колотой дробы (ДЧК), стружка сплава N70X18CP4. Методом лазерной наплавки получены новые защитные покрытия из указанных порошков и их смесей, исследована их микроструктура и микротвердость. Результаты исследований показывают высокую сплошность, однородность и хорошие механические свойства, которые должны обеспечить отличную стойкость и износостойкость покрытий.

Ключевые слова: химико-термическая обработка, металлические порошки, отходы металлообработки, боросилицирование, лазерная обработка.

الخلاصة: باستخدام طرق المعالجة الحرارية الكيميائية الأحادية والمعقدة (CHT)، تم الحصول على مساحيق جديدة ودراستها من النفايات المعدنية المشتتة والمساحيق المنتجة صناعياً: الصلب X40 (على شكل رقائق تخضع للتنظيف عن طريق التلدين والطحن الأولي في كرة مطحنة)، ومسحوق PZHRV المنتج صناعياً ونفايات الحديد الزهر المسحوق (DCG)، ونشارة سبائك N70X18SR4. تم الحصول على طبقات حماية جديدة من هذه المساحيق ومخاليطها باستخدام الكسوة الليزرية، وتمت دراسة بنيتها الدقيقة وصلابتها الدقيقة. تظهر نتائج الأبحاث درجة عالية من الاستمرارية والتجانس والخصائص الميكانيكية الجيدة، والتي ينبغي أن توفر متانة ممتازة ومقاومة التآكل للطلاءات.

الكلمات المفتاحية: المعالجة الحرارية الكيميائية، مساحيق المعادن، نفايات تشغيل المعادن، البورسليكون، المعالجة بالليزر.

Введение

Основной мотивацией исследования является поддержка устойчивого развития и экономики замкнутого цикла путем переработки отходов металлообработки и промышленно выпускаемых продуктов методом химико-термической обработки (ХТО), в том числе и комплексной.

Цель работы: исследовать физико-механические свойства и структуру новых комплексно-легированных материалов в виде порошков для нанесения функциональных покрытий на деталях машин

Результаты и обсуждения

На основе отходов металлообработки с помощью моно- и комплексного легирования отходов стали 40X (в виде стружки, подвергнутой очистке в виде отжига и предварительному измельчению в шаровой мельнице), промышленно выпускаемого порошка ПЖРВ и отходов чугуна колотой дробы (ДЧК) получены новые порошки для создания восстанавливающих и защитных покрытий. Для их получения использованы методики борирования, азотирования, боросилицирования и борохромирования. Было разработано три типа порошков с различным составом и фракцией (от 25 до 400 мкм). Исследованы механические свойства (микротвердость) полученных порошков. Твердость таких порошков находилась в пределах от 400-450 HV при азотировании до HV 1500-1650 — для борирования и боросилицирования.

Из полученных порошков в различных сочетаниях были нанесены покрытия методом лазерной наплавки в защитном сварочном газе 80%Ar+20%CO₂. В качестве подложки использовали сталь 40 в состоянии поставки (прокат). Все покрытия характеризуются беспористой зоной сплавления покрытие-подложка. Толщина их 1,5 – 2 мм. В каждом покрытии в зоне, близкой к границе раздела «покрытие-подложка» присутствуют крупные дендриты с осями первого порядка, направленными перпендикулярно зоне сплавления, то есть ориентированными в направлении теплоотвода. Покрытия имеют типичную для лазерных, изготовленных их бор- и хромсодержащих порошков структуру.

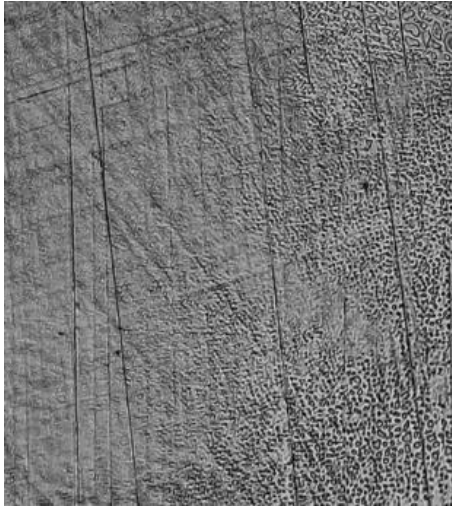


Рисунок 1 — Микроструктура покрытия

Заклучение

Результаты исследований показывают достаточно высокую сплошность, однородность и высокие механические свойства, которые должны обеспечить отличную стойкость и износостойкость покрытий.

المقدمة

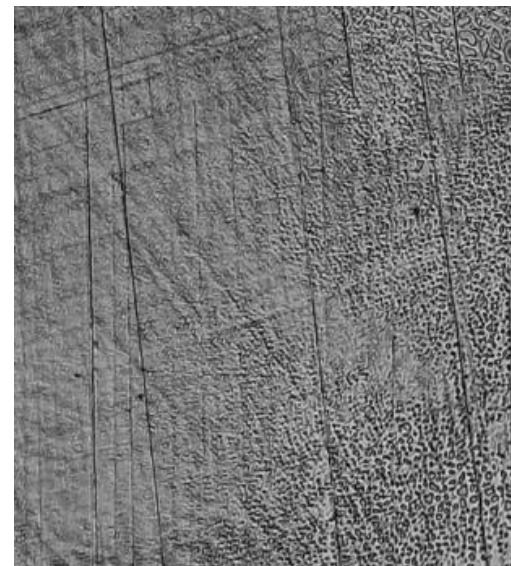
الدافع الرئيسي للبحث هو دعم التنمية المستدامة والاقتصاد الدائري من خلال إعادة تدوير نفايات الأعمال المعدنية والمنتجات المنتجة صناعياً باستخدام المعالجة الحرارية الكيميائية (CHT)، بما في ذلك المنتجات المعقدة.

الغرض من العمل: دراسة الخواص الفيزيائية والميكانيكية وهيكل المواد الجديدة ذات السبائك المعقدة في شكل مساحيق لتطبيق الطلاءات الوظيفية على أجزاء الماكينة.

النتائج والمناقشة

استناداً إلى نفايات تشغيل المعادن باستخدام السبائك الأحادية والمعقدة لنفايات الفولاذ X40 (على شكل رقائق تخضع للتنظيف في شكل التلدين والطحن الأولي في مطحنة كروية)، ومسحوق PZHRV المنتج صناعياً ونفايات الحديد الزهر المسحوق (DCG)، تم الحصول على مساحيق جديدة لإنشاء طبقات اختزالية وواقية. للحصول عليها، تم استخدام تقنيات البوريدنج، والنيترة، والبوروسيليكون، والطلاء بالبوروكروم. تم تطوير ثلاثة أنواع من المساحيق بتركيبات وأجزاء مختلفة (من 25 إلى 400 ميكرون). تمت دراسة الخواص الميكانيكية (الصلابة الدقيقة) للمساحيق الناتجة. تراوحت صلابة هذه المساحيق من 400-450 فولت للنيترة إلى 1500-1650 فولت للبوريدنج والبوروسيليكايتون.

تم تطبيق الطلاءات من المساحيق الناتجة في مجموعات مختلفة باستخدام الكسوة بالليزر في غاز لحام وقائي بنسبة 80%Ar + 20%CO₂. تم استخدام الفولاذ 40 في الحالة التي تم تسليمها (المدرفلة) كركيزة. تتميز جميع الطلاءات بمنطقة اندماج طبقة طلاء غير مسامية. سمكها 1.5 - 2 ملم. في كل طلاء، في المنطقة القريبة من واجهة الطلاء والركيزة، هناك تشعبات كبيرة ذات محاور من الدرجة الأولى موجهة بشكل عمودي على منطقة الانصهار، أي موجهة في اتجاه إزالة الحرارة. تتميز الطلاءات ببنية نموذجية للبورون المصنوع بالليزر والمساحيق المحتوية على الكروم.



الشكل 1 - البنية المجهرية للطلاء

الخاتمة

تظهر نتائج البحث استمرارية وتجانساً عالياً إلى حد ما وخصائص ميكانيكية عالية، والتي يجب أن توفر متانة ممتازة ومقاومة للتآكل للطلاءات.

المراجع والمصادر References

1. Технология формирования износостойких покрытий на железной основе методами лазерной обработки / О. Г. Девойно [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – 280 с.
2. Магнитно-абразивная обработка труднообрабатываемых материалов новыми диффузионно-легированными материалами / Ю. Ольт, В. В. Максаров, Г. В. Петришин [и др.] // СТИН. – 2023. – № 1. – С. 22-26
3. Petrishin, G. V., V. M. Bystrenkov, and V. I. Odarchenko. "Method of providing wear-resistance of the blades of paddle mixers." Litiyo i Metallurgiya 2 (2019): 32-35.