

КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

УДК 621.762

ВПЛИВ ТОВЩИНИ РОБОЧОГО ШАРУ НА ВЛАСТИВОСТІ ГАРЯЧЕ-ШТАМПОВАНИХ ПОРОШКОВИХ ШАРУВАТИХ КОМПОЗИТІВ

Г. А. БАГЛЮК, С. Г. НАПАРА-ВОЛГІНА, Л. М. ОРЛОВА, В. К. КУДЬ

Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, Київ

Наведено результати досліджень основних фізико-механічних та трибологічних властивостей гарячештампованих шаруватих порошкових композитів на основі корозійно-тритивної сталі Х18Н15. Як робочий шар використано порошковий композит зі сталі Х18Н15, 25 mass.% Cr_3C_2 і 5 mass.% MoS_2 , а як матеріал основи – ту ж сталь з 0,6 mass.% вуглецю. Виявлено суттєву залежність міцності на згин отриманих матеріалів від товщини робочого шару, тоді як твердість робочого шару практично не залежить від неї.

Ключові слова: багатошарові композити, нержавна сталь, псевдосплав, міцність.

Одним із перспективних напрямків сучасного матеріалознавства є розробка та дослідження багатошарових композитів [1–3] – гетерофазних матеріалів з поверхнями поділу, яким притаманний, здебільш, немонотонний характер зміни складу та властивостей (твердості, густини, теплопровідності, модуля пружності тощо) за одним або декількома напрямками. Об'єднуючи в одному матеріалі шари різної природи, що мають різні фізичні властивості, можна сконструювати матеріали найрізноманітнішого функціонального призначення.

Одними із таких матеріалів є зносотривкі порошкові біметалеві композити, що складаються з тримкого шару із нержавної сталі Х18Н15 з 0,6 mass.% вуглецю та робочого шару, виготовленого з композиційного псевдосплаву зі суміші порошків сталі Х18Н15, 25 mass.% Cr_3C_2 і 5 mass.% MoS_2 [3, 4]. Необхідність застосування шаруватої конструкції композита під час виготовлення виробів з матеріалів такого класу обумовлена такими недоліками одношарового матеріалу системи сталь Х18Н15– Cr_3C_2 – MoS_2 : недостатня механічна міцність на вигин і витрата дорогих легувальних компонентів (Cr_3C_2 і MoS_2).

Як вихідні матеріали для готування шихти використовували порошок нержавної сталі Х18Н15, отриманий методом гідриднокальцієвого відновлення (ГОСТ 13084-88), порошок карбиду хрому дисперсністю 50 μm (ТУ 889147011-77), графіт марки ГК-1 (ГОСТ 4404-78) та порошок дисульфиду молібдену (в стані постачання). Композити виготовляли, застосовуючи технологію гарячого штампування пористих заготовок, яка охоплювала формування шаруватих заготовок напресовуванням під тиском 850 МПа робочого шару на заздалегідь підпресовану при 550 МПа основу з матеріалу Х18Н15 + 0,6% С, їх спікання у вакуумі при 1200... 1220°C упродовж 3 h, короткочасний (10 min) нагрів спечених пористих зразків при 1150...1200°C в аргоні та власне гаряче штампування в закритому штампі на дугостаторному пресі зусиллям 1,6 MN. Після штампування зразки відпускали при 400°C. Властивості отриманого матеріалу досліджували на модельних зразках розміром 10×5×55 mm з товщиною робочого шару від 1,0 до 2,8 mm. Одночасно виготовляли зразки-свідки з порошку нержавної сталі (без присадок) і з композита, склад якого відповідав складу робочого шару біметалу (Х18Н15– Cr_3C_2 – MoS_2).

Контактна особа: Г. А. БАГЛЮК, e-mail: gbag@rambler.ru

Вивчаючи характеристики композитів, визначали густину, міцність на вигин, твердість робочого шару всіх модельних зразків та його зносотривкість. Крім того, досліджували характер взаємодії робочого шару з матеріалом основи. Зносотривкість зразків визначали в умовах сухого тертя методом експрес-аналізу за відомою методикою [5], суть якої в тому, що зразки з випробовуваного матеріалу притискали плоскою поверхнею із зусиллям 98 N до ролика діаметром 40 mm, виготовленого із загартованої до твердості 40...42 HRC сталі 45, що обертається з лінійною швидкістю 2 m/s. Тривалість випробувань 60 s, що відповідало 120 m шляху тертя. Для порівняння вимірювали ширину рівчака зношування. Залежність густини отриманих заготовок від товщини робочого шару, як і очікували, була близька до лінійної (рис. 1a), що узгоджувалося із загальним вмістом карбіду (Cr_3C_2) в композиті, теоретична густина якої нижча, ніж нержавної сталі.

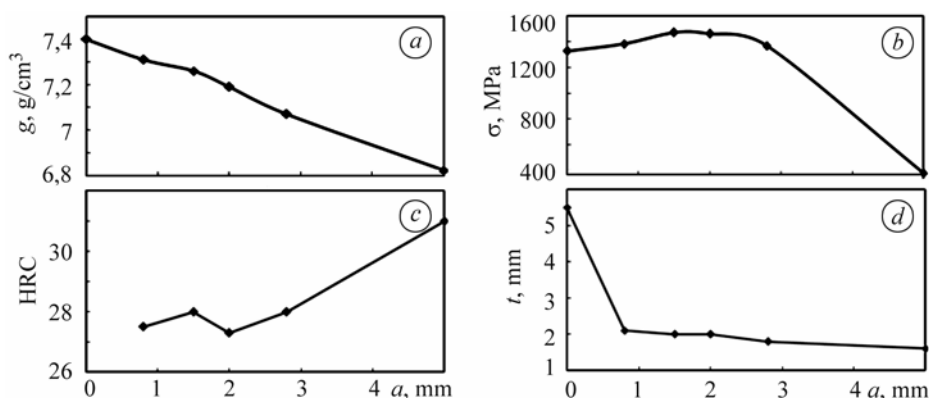


Рис. 1. Залежність густини (a), міцності на вигин (b), hardness of working layer (c) та ширини рівчака зношування (d) гарячештампованих композитів від товщини робочого шару.

Fig. 1. Dependence of the density (a), bending strength (b), working layer hardness (c) and a wear groove width (d) of hot forged composites on a working layer thickness.

Важливою характеристикою шаруватих композитів є їх міцність, обумовлена значною кількістю карбідів. Міцність на вигин досліджували за стандартною методикою (ГОСТ 18228-72), використовуючи схему навантаження, коли шар із карбідним складником містився у верхній частині зразка. Така схема, очевидно, обумовила і характер залежності міцності на вигин від товщини робочого шару: зі збільшенням товщини робочого шару S_p до значення, близького половині загальної товщини перерізу зразка S , його міцність росте, тоді як із перевищенням значення S_p понад $S/2$ спостерігається зворотна тенденція і міцність на вигин зразка, виготовленого тільки з матеріалу робочого шару ($X18H15 + Cr_3C_2 + MoS_2$) в 3,6–3,85 рази менша, ніж всіх досліджуваних шаруватих зразків з різною товщиною робочого шару (рис. 1b).

Враховуючи, що під час випробування матеріалу на вигин верхні шари зразка зазнають стискальних напруг, а нижні – розтягальних, такий характер залежності міцності на вигин від товщини робочого шару обумовлений тим, що міцність матеріалу з карбідним складником на стиск суттєво перевищує його міцність на розтяг.

Водночас твердість робочого шару зразка практично не залежить від його товщини та становить 27...28 HRC, тоді як моношарового композита, виготовленого з матеріалу із карбідним складником, суттєво вища та становить близько 31 HRC (рис. 1c). Цей ефект пов'язаний, вочевидь, з тим, що під час спікання пресовки з шаруватого композита вуглець, хром та молібден активно дифундують з робочого шару в матеріал основи через значну різницю їх концентрацій у сусідніх шарах [5]. Дифузійний характер взаємодії між шарами під час спікання підтверджують також результати розподілу мікротвердості поблизу межі поділу шарів (рис. 2), які свідчать про підвищену концентрацію вуглецю та карбідотвірних елементів у матеріалі основи поблизу межі поділу шарів. Металографічно тріщин, локальних нещільностей та інших дефектів на межі поділу шарів не виявлено (рис. 3).

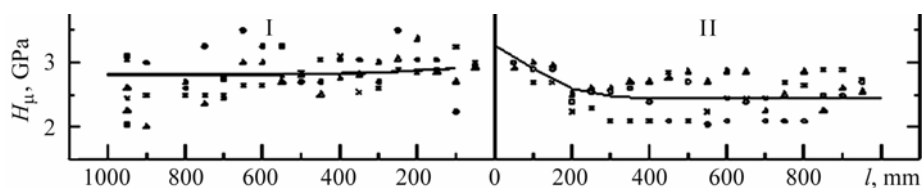


Рис. 2. Залежність мікротвердості від відстані до межі поділу робочого шару (I) та основи (II).

Fig. 2. Dependence of microhardness on the distance to the interface between a working layer (I) and a backing layer (II).

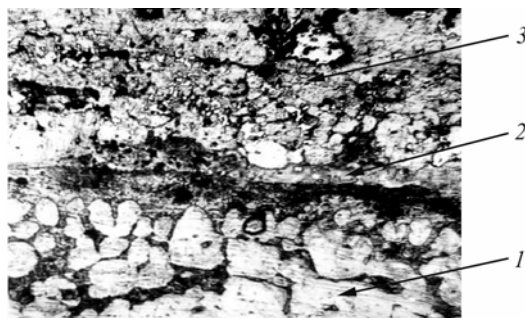


Рис. 3. Мікроструктура шаруватого композита: 1 – основа; 2 – межа поділу шарів; 3 – робочий шар. $\times 200$.

Fig. 3. Microstructure of the layered composite: 1 – base; 2 – layers interface; 3 – working layer. $\times 200$

Встановлено (рис. 1d), що легування сталі X18H15 карбідом хрому та дисиліцидом молібдену суттєво підвищує її зносотривкість: якщо ширина ривчака зношування нелегованого сплаву 5,5 mm, то робочого шару композита зменшується до 1,8...2,1 mm. Привертає увагу також те, що зносотривкість моношарового матеріалу, виготовленого з суміші порошків сталі X18H15, Cr_3C_2 та MoS_2 (ширина ривчака зношування 1,6 mm) дещо вища, ніж аналогічних за хімічним складом робочих шарів композитів, що, очевидно, обумовлено підвищеною твердістю моношарового композита (рис. 1c).

РЕЗЮМЕ. Приведены результаты исследований основных физико-механических и трибологических свойств горячештампованных слоистых порошковых композитов на основе коррозионно-стойкой стали X18H15. В качестве рабочего слоя использовали порошковый композит из стали X18H15, 25 mass.% Cr_3C_2 и 5 mass.% MoS_2 , а материала основы – ту же сталь с 0,6% углерода. Выявлено существенную зависимость прочности на изгиб полученных материалов от толщины рабочего слоя, тогда как твердость рабочего слоя практически не зависит от его толщины в слоистом образце.

SUMMARY. The investigation results of the main physico-mechanical and tribological characteristics of hot forged laminated powder composites based on corrosion-resistant X18H15 steel are presented. As a working layer the powder of X18H15 steel composite with 25 mass.% Cr_3C_2 and 5 mass.% MoS_2 was used, while the base material was the same steel with 0.6% carbon. The essential dependenc of the produced material bending strength on the working layer thickness is presented. The hardness of the working layer practically does not depend on its thicknesses in a laminated sample.

1. Скоруход В. В. Слоистые композиты: структурная классификация, теплофизические и механические свойства // Порошковая металлургия. – 2003. – № 9/10. – С. 1–12.
2. Потапов Н. И., Лебедев В. Н. Слоистые металлические композиты. – М.: Металлургия, 1986. – 216 с.
3. Маслюк В. А., Напара-Волгина С. Г. Слоистые порошковые износ- и коррозионно-стойкие материалы инструментального и триботехнического назначения. Структура и свойства // Порошковая металлургия. – 2003. – № 3/4. – С. 17–25.
4. Условия получения и свойства слоистых материалов типа композит на основе нержавеющей стали-сталь / В. А. Маслюк, С. Г. Напара-Волгина, Л. Н. Орлова, М. Е. Головова // Там же. – 2002. – № 3/4. – С. 28–34.
5. Горячештампованные износостойкие порошковые материалы на основе нержавеющей сталей аустенитного класса / В. А. Маслюк, С. Г. Напара-Волгина, Л. Н. Орлова и др. // Там же. – 2006. – № 1/2. – С. 26–35.

Одержано 09.03.2010