

**Износостойкость газотермических покрытий из псевдосплавов
«08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1»**

Григорчик А.Н., Асташаб Е.В.

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси

Аннотация:

Проведено исследование структурно-фазового состояния и триботехнических характеристик в условиях трения в смазочном материале И-20А газотермических покрытий из псевдосплавов «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1». Показано, что газотермическое напыление псевдосплавов приводит к формированию покрытий с пониженным содержанием оксидов FeO и Fe₃O₄. Кроме этого, покрытия из псевдосплавов содержат «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1» интерметаллидные фазы CuZn и Cu_{0,64}Zn_{0,36}. Установлено, что газотермические покрытия из псевдосплавов обладают более высокой износостойкостью в условиях граничного трения по сравнению с покрытиями напыленными с использованием сталей 08Г2С и 40Х13. В частности, износостойкость покрытий из псевдосплавов ≈ 2 раза выше износостойкости покрытий из одной проволоки.

Текст доклада:

Введение. Использование технологии высокоскоростного газотермического напыления проволочных материалов позволяет получать относительно дешевые и многофункциональные покрытия. Метод высокоскоростного газотермического напыления характеризуется высокой производительностью, хорошим коэффициентом использования материала, а также позволяет формировать покрытия из различных токопроводящих материалов. В частности, комбинированное напыление различных проволочных материалов (сталь – цветной сплав) позволяет получать газотермические покрытия с уникальными свойствами, например, повышенной износостойкостью и пониженным коэффициентом трения, низким коэффициентом линейного расширения, высокой коррозионной стойкостью и т.д. Вместе с тем, ввиду большого многообразия материалов для напыления, свойства многих псевдосплавов, полученных методом высокоскоростной металлизации не изучены. В частности, отсутствуют данные о триботехнических свойствах псевдосплавов «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1», полученных методом высокоскоростной металлизации. В связи с этим, целью данной работы являлось изучение структурно-фазового состояния и триботехнических свойств газотермических покрытий из псевдосплавов «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1», полученных методом высокоскоростной металлизации.

Получение образцов и методики экспериментов. В качестве объектов исследований были выбраны газотермические покрытия из сталей 08Г2С, 40Х13 и покрытия из псевдосплавов «08Г2С+БрКМц3-1», «40Х13+БрКМц3-1», напыленные методом высокоскоростной металлизации с использованием установки АДМ-10. Комбинированные покрытия из стали и бронзы, напылялись на пластины из стали 35 с размерами 100×50×6 мм. Для исследований структуры, фазового состава и трибомеханических свойств из предварительно отшлифованных пластин с напыленными покрытиями вырезались образцы с размерами 8×6×5 мм.

Металлографические исследования газотермических покрытий проводились на оптическом микроскопе АЛЬТАМИ МЕТ 1МТ. Исследование фазового состояния газотермических покрытий, проводилось на дифрактометре ДРОН-3.0 в монохроматизированном кобальтовом (CoK_α) излучении при напряжении 28 кВ и анодном токе 14 мА. Расшифровка рентгенограмм осуществлялось при помощи программного обеспечения Crystallographica Search-Match с картотекой PDF-2.

Триботехнические испытания образцов напыленного сплава проводились на трибометре АТВП. Испытания осуществлялись по схеме возвратно-поступательного движения контактирующих тел при средней скорости взаимного перемещения $\approx 0,1$ м/с в режиме трения в смазочном материале И-20А. Удельная нагрузка испытаний составляла $p=10$ МПа. При испытаниях использовалось контртело, изготовленное из закаленной стали У10 (800 HV10). Путь трения составлял ≈ 1200 м.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате газотермического напыления были сформированы покрытия из псевдосплавов «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1», которые состоят из стальных прослоек, прослоек цветного металла, а также оксидов. Характерные микроструктуры псевдосплавов, полученных методом высокоскоростной металлизации, представлены на рисунке 1. Пористость напыленных покрытий не превышала 5 об. %.

Результаты рентгеноструктурного анализа представлены в таблице 1. Можно видеть, что газотермическое покрытие из стали 40Х13 в фазовом составе содержит α -Fe, γ -Fe и оксиды железа FeO, Fe₃O₄, а покрытие из низколегированной стали 08Г2С включает в себя α -Fe, FeO, Fe₃O₄ (таблица 1). В покрытиях из псевдосплавов «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1» регистрируется, помимо вышеуказанных фаз, медь и интерметаллидные фазы CuZn, Cu_{0,64}Zn_{0,36} (таблица 1). Также необходимо отметить, что во всех псевдосплавах регистрируется пониженное количество оксидов железа FeO, Fe₃O₄. Это связано с тем, что в процессе газотермического напыления более легкоплавкие распыляемые частицы мед-

ных сплавов оболочивают частицы железа, тем самым препятствуя их интенсивному окислению. Кроме этого химически активная медь при напылении восстанавливает оксиды железа FeO и Fe₃O₄ в процессе напыления. Твердость газотермических покрытий из псевдосплавов в ≈ 2 раза ниже твердости покрытий, полученных из аналогичных сталей. Пониженная твердость покрытий из псевдосплавов связана с тем, что в них содержатся прослойки относительно мягкой бронзы БрКМц3-1.

Таблица 1 – Фазовый состав, твердость и интенсивность линейного изнашивания (на стадии установившегося трения $L > 600$ м) газотермических покрытий из псевдосплавов и сталей

Материал покрытия	Фазовый состав	Твердость, HV 30	Интенсивность линейного изнашивания $I_n \times 10^{-10}$
08Г2С	α -Fe, FeO, Fe ₃ O ₄	280	5,1
08Г2С+БрКМц3-1	Cu, α -Fe, FeO, Fe ₃ O ₄	145	2,5
40Х13	α -Fe, γ -Fe, Fe ₃ O ₄ , FeO	400	3,5
40Х13+БрКМц3-1	Cu, α -Fe, γ -Fe, Fe ₃ O ₄ , FeO	180	1,7

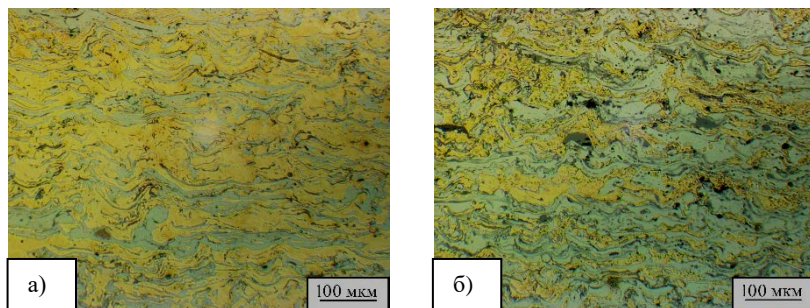


Рисунок 1 – Характерные микроструктуры газотермических покрытий из псевдосплавов: а – «08Г2С+БрКМц3-1»; б – «40Х13+ БрКМц3-1»

Результаты триботехнических испытаний представлены на рисунке 2 и таблице 1. Можно видеть, что газотермические покрытия из псевдосплавов «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1» характеризуются более высокой износостойкостью по сравнению с покрытиями из сталей 08Г2С и 40Х13, соответственно (рисунок 2). В частности, износостойкость псевдосплавов в ≈ 2 раза превышает износостойкость моносталльных покрытий (таблица 1). Повышенная износостойкость покрытий из псевдосплавов в условиях трения в смазочном материале связана с пониженным содержанием оксидов в псевдосплавах «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1»

по сравнению с покрытиями из сталей, а также высокими триботехническими свойствами бронз. В свою очередь оксиды, содержащиеся в газотермических покрытиях, являются местами зарождения и распространения трещин при трении.

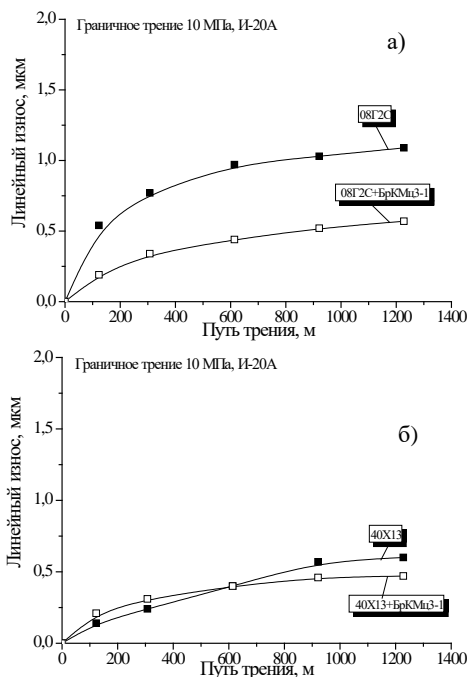


Рисунок 2 – Зависимости линейного износа от пути трения для покрытий из сталей и псевдосплавов

Таким образом, можно сделать вывод, что газотермические покрытия из псевдосплавов «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1», благодаря низкому содержанию оксидов железа и высокими триботехническими свойствами бронз, обладают более высокой износостойкостью по сравнению с покрытиями из стали 08Г2С и 40Х13.

Заключение. Исследовано структурно-фазовое состояние и триботехнические характеристики газотермических покрытий из сталей 08Г2С, 40Х13 и псевдосплавов «08Г2С+БрКМц3-1» и «40Х13+БрКМц3-1». Установлено, что газотермические покрытия из псевдосплавов содержат пони-

женное количество оксидов железа FeO и Fe₃O₄ по сравнению со стальными покрытиями. Показано, что покрытия из псевдосплавов имеют износостойкость в условиях трения в смазочном материале И-20А в ≈ 2 раза выше, чем газотермические покрытия из сталей. Повышенная износостойкость покрытий связана с низким содержанием в них оксидов, а также высокими триботехническими свойствами бронз.