

УДК 669.17

О. А. Рубцова, М. К. Тютюнькова, В. А. Безрукова

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
oksana.rubtsova@yandex.ru

Научный руководитель – канд. техн. наук *Е. Е. Корниенко*

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ИЗ АЛЮМИНИДА НИКЕЛЯ

АННОТАЦИЯ

Исследовано влияние температуры нагрева в окислительной атмосфере на структуру и микротвердость покрытий из алюминидов никеля, полученных методом плазменного напыления. Показано, что материал покрытий начинает окисляться после нагрева до 700 °С. Максимальная микротвердость характерна для исходных покрытий, а также покрытий после нагрева до 600 и 700 °С.

Ключевые слова: алюминид никеля, структура микротвердость, покрытие

ABSTRACT

The article reports the research into the effect of heating temperature on structure and microhardness of the Ni-Al plasma coatings. The experimental data shows that the coating is oxidized after being heated to 700 °С. Maximum microhardness was observed in the initial coatings and coatings heated to 600 and 700 °С.

Keywords: aluminide nickel, structure, mikrohardness, covering

Алюминиды никеля, обладая хорошим сопротивлением окислению при комнатных и повышенных температурах, а так же высокой твердостью [1; 2], нашли широкое применение в различных отраслях промышленности, например, при изготовлении высокотемпературных штампов и форм [2]. К недостаткам этих материалов стоит отнести их низкую пластичность при температуре окружающей среды, что затрудняет их обработку [2]. В качестве решения данной проблемы может выступать формирование покрытий из алюминидов никеля на деталях. Одним из наиболее распространенных способов нанесения покрытий является воздушно-плазменное напыление, к достоинствам которого относят возможность нанесения покрытий на детали любой геометрии и размеров и низкую стоимость процесса [3]. В качестве недостатков можно отметить высокую пористость покрытий [3]. Цель данной работы заключается в изучении влияния температуры нагрева на структуру и свойства покрытий из алюминида никеля.

В качестве объектов исследований использовали покрытия, сформированные из порошка ПН85Ю15. Химический состав порошка: 83 масс. % Ni, остальное Al. Частицы порошка имели преимущественно

сферическую форму. Средний размер частиц напыляемого порошка – 40...100 мкм. Порошок наносили на трубы из стали 20 при помощи воздушно-плазменного напыления в Институте прикладной и теоретической механики СО РАН на установке «Термоплазма 50-01» с кольцевым вводом порошка. Режимы напыления: ток дуги 200 А, напряжение – 250 В. Дистанция напыления составляла 170 мм. В качестве защитного газа использовали смесь воздуха и пропан-бутана [4]. Структурные исследования выполняли на оптическом микроскопе Carl Zeiss Axio Observer A1m. Микротвердость покрытий оценивали на приборе Wolpert Group 402MVD при нагрузке 50 г. Нагрев образцов с покрытиями проводили в лабораторных электрических печах камерного типа (СНОЛ-1,6.2,5.1/11-ИЗ). Температуры нагрева: 500, 600, 700, 800, 900, 1000 и 1100 °С, время выдержки – 1 час, охлаждение на воздухе.

Изображение покрытия до нагрева представлено на рис. 1, а. В исходном покрытии встречаются расплавленные и пластически деформированные частицы и нерасплавленные частицы. Пористость исходных покрытий составляет 5,77 %.

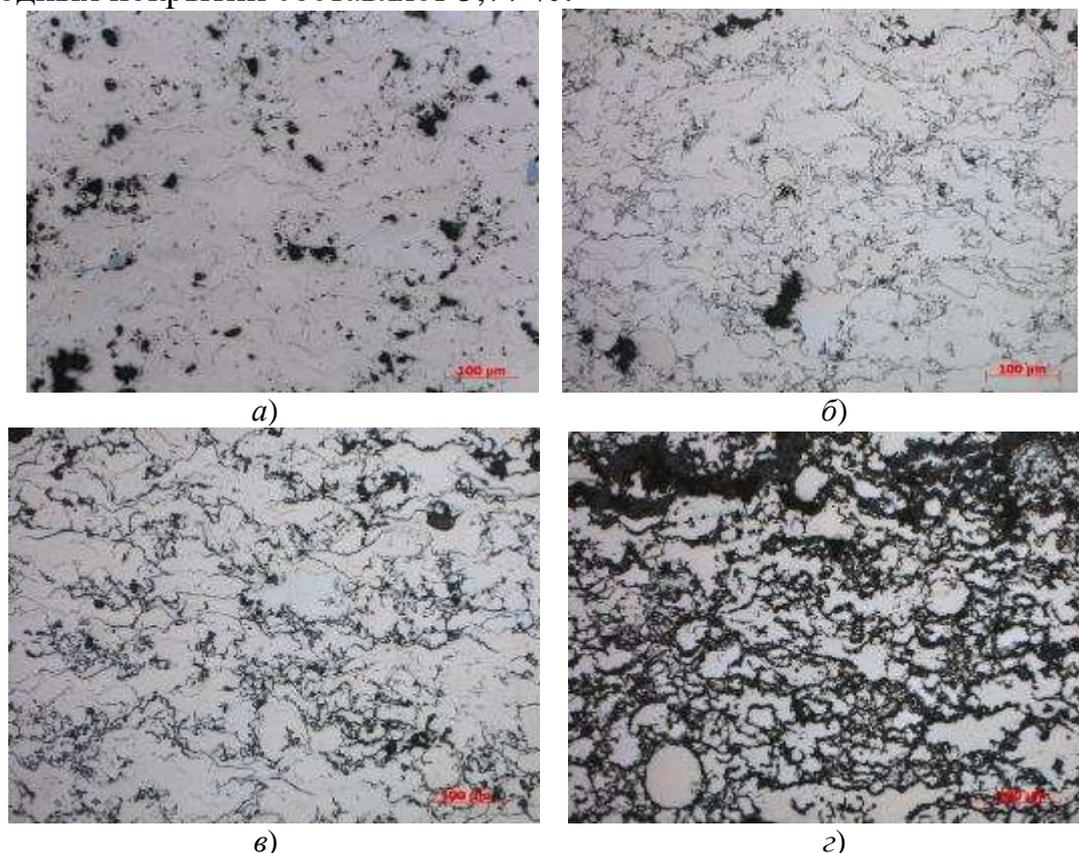


Рис. 1. Структура покрытий из алюминида никеля: а – до нагрева, б – 700 °С, в – 900 °С, з – 1100 °С

После нагрева до температуры 500 °С в местах, где покрытие не плотно прилегало к поверхности металла, начинает окисляться стальная подложка. С увеличением температуры ширина оксидной прослойки увеличивается. После нагрева до 1000 °С покрытие начинает отслаиваться, а после 1100 °С – отслаивается полностью.

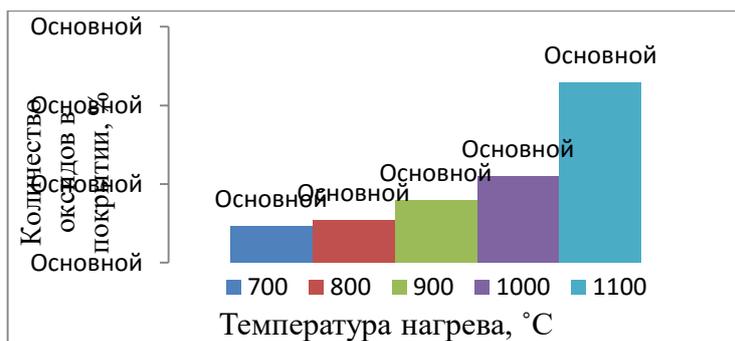


Рис. 2. Влияние температуры нагрева на количество оксидов в покрытиях

зующихся окислов в покрытии увеличивается (рис. 2). После нагрева до 900 °C оксид наблюдается так же в крупных порах. Материал покрытия после нагрева до 1100 °C показан на рис. 1, г. Видно, что оксиды занимают почти 50 % площади покрытия.

Значения микротвердости покрытий до и после нагрева приведены в таблице. Максимальная микротвердость характерна для исходных покрытий, а так же покрытий после нагрева до 600 и 700 °C. Дальнейшее повышение температуры нагрева способствует снижению твердости покрытий из алюминидов никеля.

Таблица 1
Влияние температуры нагрева на микротвердость покрытий

Температура нагрева, °C	Микротвердость, HV
Исходный образец	580
500	480
600	577
700	539
800	395
900	370
1000	364
1100	342

Микроструктурными исследованиями было выявлено, что плазменные покрытия из алюминида никеля начинают окисляться после нагрева до 700 °C. Увеличение температуры нагрева способствует увеличению количества окислов в покрытии. После нагрева до 1000 °C покрытие начинает отслаиваться. Максимальной микротвердостью обладают покрытия до нагрева, а так же после нагрева до 600 и 700 °C.

Дальнейшее повышение температуры снижает твердость покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yue Yang and Hua Wu, Microstructure and Microhardness of Tempered Ni–Al Alloyed Layer, J. Mater. Sci. Technol. 2012. 28(10). 937–940.
2. Гринберг Б. А., Иванов М. А. Интерметаллиды Ni₃Al и TiAl: микроструктура, деформационное поведение. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 360 с.
3. Хасуй А., Моригаки О. Наплавка и напыление. М.: Машиностроение, 1985. 240 с.
4. Рубцова О. А., Кучумова И. Д., Миллер В. С. Структурные исследования покрытий из никелида. Наука. Промышленность. Оборона: тр. 16 Всерос. науч.-техн. конф., (Новосибирск, 22–24 апр. 2015 г.). Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. С. 675–678.