

При исследовании износа о закрепленные частицы абразива в качестве эталона для сравнения использовалась бронза БрА9ЖЗЛ. Относительная износостойкость литого чугуна не легированного медью в 2 раза выше износостойкости бронзы БрА9ЖЗЛ, при этом возрастает с повышением содержания меди до 14,7 % в 3,6 раза. Износостойкость чугуна после графитизирующего отпуска сохраняется на уровне БрА9ЖЗЛ. Содержание меди от 0,08 до 14,7 % влияния на относительную износостойкость не оказывает.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-19-00230).

Список литературы

1. Stepanova, N. V. Structure and mechanical Properties of Cu–alloyed cast iron / N. V. Stepanova, A. A. Razumakov, E. A. Lozhkina // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 682. – P. 178 – 182.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИ РЕАГИРУЮЩИХ ПОРОШКОВ

ЯН СЯО, Б.С. ЗЕНИН

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
E-mail: royyang330@outlook.com

Метод «холодного» газодинамического напыления (ХГН) позволяет решить важную проблему получения высокой адгезии покрытия в отличие от газотермического напыления (ГТН) принципиально иным путем, используя в качестве основной не тепловую, а кинетическую энергию напыляемых частиц, ускоряемых «холодным» газом, и при этом нивелировать негативные высокотемпературные эффекты [1]. Сущностью технологии ХГН является то, что покрытия формируются из нерасплавленных частиц размером (50 - 0,01) мкм, ускоряемых в сверхзвуковых аэродинамических установках до скорости 1000 м/с и более, при температуре рабочего газа существенно ниже температуры плавления материала частиц [2]. В настоящее время для получения покрытий используется широкий круг материалов, среди которых отличаются особым поведением экзотермически реагирующие порошки [3].

В работе проводится сравнительный анализ энергетических условий в контакте при взаимодействии термонеutralных и экзотермически реагирующих напыляемых порошков с подложкой при ХГН и ГТН. Для исследования в работе рассматривались порошки системы Ni – Ti. Проведен сравнительный анализ энергетических условий в контакте при взаимодействии термонеutralных Ni, Ti и экзотермически реагирующих (Ni₇₅Ti₂₅, Ni₅₀Ti₅₀ и Ni₂₅Ti₇₅) напыляемых порошков с подложкой при ХГН и ГТН. Частицы из данных материалов напыляются на подложку из Ст20. Начальная температура подложки T_s = 300К, скорость частиц варьировалась в широких пределах от 100 до 1000 м/с. При ГТН напыляемые частицы нагреты до температуры плавления T_{po} = T_m, а при ХГН их температура ненамного выше комнатной температуры. Проведен расчет значений температуры в контакте для двух видов напыления ГТН и ХГН при разных скоростях частицы с учетом особенностей ее поведения. Значения теплофизических характеристик для материала подложки соответствуют комнатной температуре, а для разогретой частицы - температуре плавления. Рассмотрим влияние скорости на значения температуры в контакте.

а) В первом случае скорость частицы, нагретой до T_{po}, низкая, то есть кинетическая энергия, которая переходит в тепловую энергию небольшая, поэтому можно считать, что

температура в контакте (T_k) равна температуре в контакте двух различно нагретых тел T_s и T_{p0} без учета скорости [4]

$$T_k = T_c^0$$

б) Во втором случае скорость частицы достаточно большая, чтобы влиять на температуру в контакте, поэтому, учитывая нагрев частицы за счет кинетической энергии $T_p = T_{p0} + \Delta T_v$, для температуры в контакте имеем

$$T_k = T_c^0 + \Delta T_{кин}$$

где $\Delta T_{кин}$ – вклад в температуру в контакте за счет кинетической энергии.

с) В случае экзотермической реакции температура частицы $T_p = T_{p0} + \Delta T_{pv} + \Delta T_{экз}$ (здесь $\Delta T_{экз}$ – адиабатическое повышение температуры частицы [4]) и температура в контакте определяется уравнением

$$T_k = T_c^0 + \Delta T_{кин} + \Delta T_{ад}$$

На рисунке 1 представлены результаты расчета температуры в контакте при разных скоростях для частиц из выбранных материалов. Значения $\Delta T_{экз}$ для экзотермически реагирующих порошков взяты из [3]. Полученные данные показывают, что вклад кинетической энергии в температуру в контакте заметно проявляется при скоростях выше 600 м/с. Значения T_k при ГТН значительно выше чем при ХГН за счет тепловой энергии частиц, особенно для экзотермически реагирующих порошков, в которых данная реакция протекает не зависимо от скорости частиц. При ХГН при высоких скоростях (выше 600 м/с) в трех случаях имеет место резкое увеличение температуры в контакте. При этой скорости при нагреве частиц за счет кинетической энергии в экзотермически реагирующих порошках начинается процесс тепловыделения, что приводит к значительному повышению температуры в контакте.

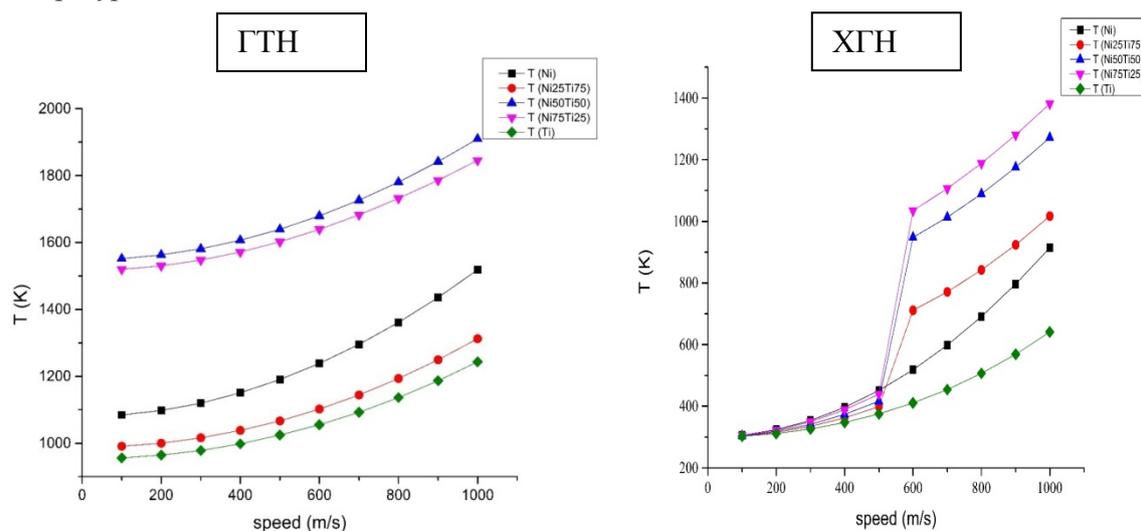


Рисунок 1 - Температура в контакте при разных скоростях напыляемых частиц из порошков системы Ni – Ti

Представленные результаты можно использовать при разработке технологических процессов нанесения напыленных покрытий обеспечивающих высокую адгезию.

Список литературы

1. Борисов Ю. С., Борисова А. Л. Плазменные порошковые покрытия – Киев: Техніка, 1986. – 204 с.
2. Алхимов А.П., Косарев В.Ф., Плохов А.В. Научные основы холодного газодинамического напыления (ХГН) и свойства напыленных материалов – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 280 с.
3. Кулик А.Я., Борисов Ю.С., Мнухин А.С., Никитин М.В. Газотермическое напыление

- композиционных порошков: - Л.:Машиностроение, 1985. – 199 с.
4. Алхимов А.П., Клинков С.В., Косарев В.Ф. Температура вблизи контактной границы при высокоскоростном соударении микрочастиц с поверхностью // Физическая мехзомеханика. – 2000. – Т. 3 –№ 1. – С. 53–57.