

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Объединенный институт машиностроения

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ТИТАНА И АЛЮМИНИЯ

Минск
«Беларуская навука»
2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Композиционные материалы	5
1.1. Композиты на базе системы Cu–Al и фазовые превращения в них	6
1.2. Композиты на базе системы Fe–Al и фазовые превращения в них	10
1.3. Композиты на базе системы Ti–TiN и фазовые превращения в них	15
1.4. Композиты на базе системы Ti–Al и фазовые превращения в них	18
1.5. Композиты на базе системы Ti–Fe и фазовые превращения в них	21
1.6. Композиты на базе системы Ni–Al и фазовые превращения в них	22
2. Способы получения композиционных материалов	25
2.1. Порошковая металлургия	25
2.2. Наплавка композиционных покрытий	27
2.3. Электрохимическое осаждение композиционных покрытий	30
2.4. Физическое и химическое осаждение покрытий	32
2.5. Газотермическое напыление композиционных покрытий	35
3. Свойства композиционных материалов на базе систем Cu–Al и Fe–Al	46
3.1. Требования к свойствам антифрикционных покрытий на базе систем Cu–Al и Fe–Al	46
3.2. Структурно-фазовое состояние композиционных газотермических покрытий на базе систем Cu–Al и Fe–Al	47
3.3. Износостойкость антифрикционных газотермических покрытий на базе систем Cu–Al и Fe–Al	56
3.3.1. Износостойкость композиционных покрытий в условиях трения без смазочного материала	57
3.3.2. Износостойкость композиционных покрытий в условиях трения со смазочными материалами И-20А и Литол-24	61
3.3.3. Износостойкость композиционных покрытий после пропитки маслом И-20А	71
3.4. Коррозионная стойкость композиционных газотермических покрытий на базе систем Cu–Al и Fe–Al в водном растворе NaCl	73
4. Влияние отжига на структуру и свойства композиционных газотермических покрытий на базе систем Fe–Al и Cu–Al	81
4.1. Структурно-фазовые превращения в композиционных газотермических покрытиях при отжиге	81
4.2. Триботехнические свойства отожженных композиционных газотермических покрытий на базе систем Cu–Al и Fe–Al	108

5. Прочность сцепления композиционных газотермических покрытий на базе систем Cu–Al и Fe–Al со стальной основой	117
6. Структурно-фазовое состояние и свойства композиционных покрытий на базе системы Ti–TiN в зависимости от режимов высокоскоростной металлизации	127
6.1. Кинетика образования фазы TiN при высокоскоростной металлизации титановых сплавов	128
6.2. Влияние режимов напыления на твердость и микротвердость покрытий из композиционных материалов на базе титановых сплавов	136
6.3. Износостойкость композиционных газотермических покрытий на базе титановых сплавов в различных условиях трения	142
7. Структура, фазовый состав и свойства композиционных покрытий на основе системы Ti–Fe	148
8. Влияние отжига на структурно-фазовое состояние и свойства композиционных газотермических покрытий на базе системы Ti–Al	155
9. Свойства композиционных газотермических покрытий на базе системы Ni–Al ...	161
9.1. Структура и фазовый состав композиционных напыленных газотермических покрытий на базе системы Ni–Al	161
9.2. Влияние отжига на структурно-фазовое состояние и твердость композиционных газотермических покрытий на базе системы Ni–Al	165
9.3. Износостойкость композиционных газотермических покрытий на базе системы Ni–Al	174
9.4. Адгезионная прочность и коррозионная стойкость композиционных газотермических покрытий на базе системы Ni–Al	178
10. Разработка экспериментально-статистической математической модели влияния отжига на износостойкость композиционных покрытий «47%(Ni–Cr)–53%Al», напыленных методом высокоскоростной металлизации	182
11. Рекомендации по получению антифрикционных композиционных газотермических покрытий на базе систем Cu–Al и Fe–Al	189
Заключение	196
Литература	198