

УДК 621.793.79

DOI: 10.30987/article_5b0e41129735e8.77479450

А.В. Собачкин, к.т.н., **А.А. Ситников**, д.т.н.,
В.И. Яковлев, к.т.н., **М.В. Логинова**, к.т.н.,
А.С. Мигина, магистрант, **А.М. Башчук**, магистрант
(ФГБОУ ВО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
656038, Россия, г. Барнаул, пр. Ленина, 46)
E-mail: anicpt@rambler.ru

Газодетонационное напыление покрытий поршневых колец двигателя внутреннего сгорания СВС-механокомпозитами на основе карбида титана*

Рассмотрены экологически безвредные технологии получения наноструктурных материалов методами механохимии с проведением реакции высокотемпературного синтеза в металлической матрице для использования полученного порошкового материала в процессах газодетонационного нанесения покрытий, которые могут заменить гальваническое хромирование. В качестве напыляемого порошка использовался СВС-механокомпозит состава Ti-C-NiCr. Установлено, что износ поршневых колец с разработанным покрытием на 27 % ниже, чем у аналогичных колец с гальваническим хромированием.

Ключевые слова: композиционный материал; СВС; механическая активация; карбид титана; газодетонационное напыление.

A.V. Sobachkin, Can. Eng., **A.A. Sitnikov**, D. Eng.,
V.I. Yakovlev, Can. Eng., **M.V. Loginova**, Can. Eng.,
A.S. Migina, Master degree student, **A.M. Bashchuk**, Master degree student
(FSBEI HE Polzunov State Technical University, 46, Lenin Avenue, Barnaul, Russia, 656038)

Gas-detonation sputtering of piston ring coatings for internal combustion engines by SVS-mechanocomposites based on titanium carbide

There are considered ecologically harmless technologies for nano-structural material obtaining by methods of mechanochemistry with carrying out a reaction of high-temperature synthesis in a metal matrix for the application of the powder material obtained in the course of gas-detonation coating processes which may substitute electroplate chromium coating. As a sputtered powder there was used SVS- mechanocomposite having Ti-C-NiCr in its composition. It is determined that the wear of piston rings with the developed coating is lower by 27%, than in similar rings with an electroplate chromium coating.

Keywords: composite; SVS; mechanical activation; titanium carbide; gas-detonation sputtering.

В машиностроении важную роль играют вопросы, связанные с поверхностью изделия. Низкий ресурс работы элементов различных конструкций связан, прежде всего, с процес-

* Часть исследований выполнялась в рамках государственного Задания № 11.1085.2017/4.6 на НИОКР Министерства образования и науки РФ.

сами изнашивания поверхностных слоев. На пример, в результате износа деталей цилиндро-поршневой группы автомобиля снижается мощность двигателя, возрастает расход горюче-смазочных материалов, а в отработанных газах значительно увеличивается содержание вредных элементов [1].

В автомобиле в наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации находятся поршневые кольца двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Поршневые кольца изготавливаются, как правило, из серого чугуна, однако в последнее время все большее внимание уделяется применению стальных поршневых колец. Наиболее широкое использование нашла сталь 65Г. По эксплуатационным показателям поршневые кольца из этой стали практически не уступают чугунным, но для увеличения износостойкости на кольца наносят защитные покрытия на основе карбидов и диборидов титана, циркония и др. Наиболее широкое применение в различных отраслях машиностроения нашли порошки монокарбида титана.

Использование технологий нанесения различных покрытий поршневых колец является оправданным, поскольку позволяет увеличить эксплуатационную надежность машин и агрегатов, а также сэкономить ремонтные затраты [1]. Так, теплозащитные покрытия деталей цилиндра-поршневой группы ДВС обеспечивают снижение на 10...15 % потерь теплоты в охлаждающую жидкость, что приводит к повышению экономичности двигателя порядка 4 %. Расхода топлива при этом снижается на 3...4 %, а общий моторесурс ДВС повышается на 20 %.

Использование покрытий также позволяет снизить на 30 % рабочую температуру поршня в области первого кольца, что ведет к уменьшению износа кольца и практически полностью исключает вероятность заклинивания двигателя. Однако применяемые в настоящее время электролитические способы создания покрытий приводят к большому потреблению воды, ее загрязнению токсичными элементами в процессе нанесения покрытия и, как следствие, к необходимости проведения очищения сточных вод [2].

В этой связи перспективным выглядит применение сухих методов нанесения покрытий – газотермических, вакуумных и др. Однако отсутствие единых требований и технологических рекомендаций по созданию заданных параметров поверхностного слоя и восстановлению деталей требуют внедрения новых технологий нанесения покрытий. Из существующих методов газотермического нанесения покрытий газодетонационный обладает рядом преимуществ, и может быть применен для упрочнения и восстановления деталей, работающих в условиях больших контактных нагрузок, ударного воздействия, эрозионного и абразивного износа [3].

Дальнейшее развитие метода газодетонационного напыления (ДГН), наряду с модернизацией оборудования, состоит в совершенствовании технологии, например, путем использования новых материалов. Перспективным способом создания материалов для нанесения покрытий является проведение реакций синтеза частиц упрочняющей фазы в матрицах [4, 5, 11]. Достоинства этой технологии состоят, во-первых, в преодолении проблемы введения ультрадисперсных и наноразмерных частиц упрочняющей фазы в матрицу; во-вторых, в возможности управления в определенных пределах реакцией синтеза этой фазы; а в-третьих, в получении однородной микроструктуры продукта реакции в целом.

Используя особенности реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) в механоактивированных системах, возможен синтез интерметаллидов, нитридов, карбидов, боридов и других тугоплавких соединений и многофазных систем на их основе [6, 7, 8]. Объединение технологий СВС, ДГН и механоактивации в единый технологический цикл может иметь хорошие перспективы для развития нанотехнологий.

В связи с этим в работе исследовали условия проведения синтеза в механоактивированных системах Ti–C–NiCr для газодетонационного напыления покрытий на прецизионные детали машиностроения, которые могут заменить гальваническое хромирование, а также изучали износостойкость полученных покрытий.

Объекты и методы исследования. Для приготовления исходных порошковых смесей использовали порошки титана марки ПМТ и углерода марки ПМ-15. В качестве металлической связки (матрицы) применялся наплавочный порошок на основе никель-хрома марки ПР-Н70Х17С4Р4-3. Исходный фракционный состав всех порошковых компонентов составлял 63...100 мкм. Механическую активацию порошков проводили в планетарной шаровой мельнице-активаторе АГО-2 с водяным охлаждением [9]. После механоактивации порошковая смесь выгружалась из барабанов мельницы в боксе с аргоновой атмосферой. СВС проводили на образцах насыпной плотности.

Для измерения температуры горения использовали вольфрам-рениевые термомпары (ВАР-5/ВР-20). Реакционные смеси после механической активации и продукты СВС исследовались с помощью рентгенофазового анализа. Рентгенограммы снимались на дифрактометре ДРОН-6 с использованием

Сu K α излучения.

Для газодетонационного напыления использовалась установка «Катунь - М» (рис. 1). Она предназначена для напыления покрытий на основе порошковых материалов на различные детали для обеспечения принципиально других свойств в сравнении с исходным изделием [3]. Установка расположена в изолированном помещении с принудительной вентиляцией.

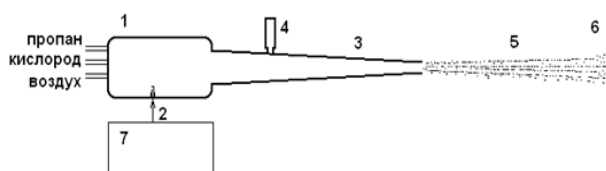


Рис. 1. Схема установки газодетонационного напыления «Катунь-М»:

1 – форкамера; 2 – система зажигания; 3 – ствол;
4 – дозатор порошка; 5 – поток напыляемых частиц;
6 – напыляемая деталь; 7 – блок управления

Установка газодетонационного напыления «Катунь-М» включает в себя блок напыления, который в свою очередь состоит из форкамеры 1 и ствола 3; систему зажигания 2; порошковый дозатор 4 и блок 7 управления установкой. В состав блока управления входит газораспределительная станция, система охлаждения блока напыления и устройство перемещения установки.

Определение трибологических характеристик поршневых колец проводили на машине 2168 УМТ для испытания материалов на трение. Триботехнический комплекс позволяет проводить испытания материалов на трение и износ в широком диапазоне нагрузок, скоростей и схем испытаний. При этом машина позволяет одновременно испытывать исследуемый и эталонный образцы при их постоянном перемещении по спирали Архимеда.

Определение износостойкости напыленных покрытий проводилось по ГОСТ 23.204-78 «Обеспечение износостойкости изделий. Методы определения истирающей способности поверхностей при трении».

Исследования сравнительной износостойкости выполнялись в условиях сухого трения по схеме «диск – палец». Диск изготовлен из чугуна, соответствующего по химическому составу и термообработке гильзе дизельного двигателя. Дыску сообщается вращательное движение, а образцу («пальцу») – радиальное возвратно-поступательное перемещение, обеспечивающее примерно равномерное из-

нашивание диска. Усиление прижима образца к диску регулируется до обеспечения удельного давления, идентичного расчетному давлению кольца на гильзу от его собственной упругости.

Продолжительность испытаний каждого образца составляла 14 ч (исходя из имеющегося опыта подобных исследований) [10].

Для оценки износостойкости покрытий применялся весовой метод. Суть метода состоит в оценке износа через взвешивание образцов до и после изнашивания. Контроль износа образцов производился через каждый час. Перед взвешиванием образец промывался для удаления продуктов износа, сушился. Взвешивание производилось на аттестованных аналитических весах с точностью измерений 0,1 мг.

Испытанию подвергались по 3 образца, вырезанных из разных колец одного вида. По результатам измерений рассчитывался средний весовой износ для 3-х образцов по 14-ти контрольным точкам.

Для проведения исследований использовались следующие образцы и абразивы: чугунные кольца маслосъемные с хромированным покрытием, произведенные на ставропольском заводе поршневых колец; кольца из стали 65Г в исходном состоянии с покрытием, и обработанные методом ионной имплантации; чугунные диски без обработки; закаленные чугунные диски; диски из стали 65Г с закалкой, а также диск из фосфористого чугуна.

Результаты и их обсуждение. Механизмы фазообразования в системе Ti-C определяются взаимодействием расплава титана с частицами сажи или графита. В волне горения в процессе СВС в данной системе можно выделить четыре характерных зоны: прогрева, плавления и растекания, первичного структурообразования, вторичного структурообразования.

Этап первичного структурообразования характеризуется либо образованием сплошного карбидного слоя на поверхности углеродных частиц, либо распадом карбидного слоя на отдельные карбидные частицы (диспергирование).

В зоне вторичного структурообразования происходит изменение размеров и состава первичных карбидных зерен. При синтезе монокарбида титана в режиме электротеплового взрыва интенсивное тепловыделение начинается сразу после плавления титана, а лимитирующей стадией является растворение углерода. Однако образовавшаяся до начала плав-

ления титана карбидная пленка тормозит процесс растворения. Следовательно, скорость жидкофазной реакции будет зависеть от того, до какой глубины успело пройти твердофазное взаимодействие.

Таким образом, существующие на сегодняшний день представления о механизмах фазообразования и структурообразования в системе Ti + C, так или иначе, основываются на необходимом присутствии жидкой фазы (расплав титана). Возможность твердофазного взаимодействия в данной системе не изучалась. Очевидно, что практический интерес может представлять низкотемпературный (в отношении температуры воспламенения) твердофазный синтез в указанной системе, при наличии пластичной матрицы. Можно предположить, что твердые частицы монокарбида, находящиеся в пластичной матрице, очевидно использовать для получения защитных покрытий нового качества.

В настоящем исследовании изучается принципиальная возможность получения соединения TiC при реализации низкотемпературного твердофазного синтеза в никелевой матрице в режиме теплового взрыва.

На рис. 2, а приведена термограмма синтеза при подводимой мощности 600 Вт в предварительно активированной системе Ti + C + 30 % мас. NiCr.

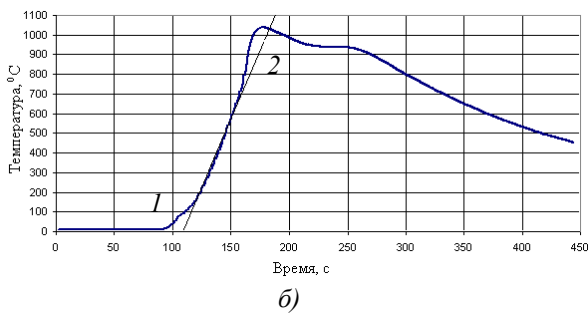
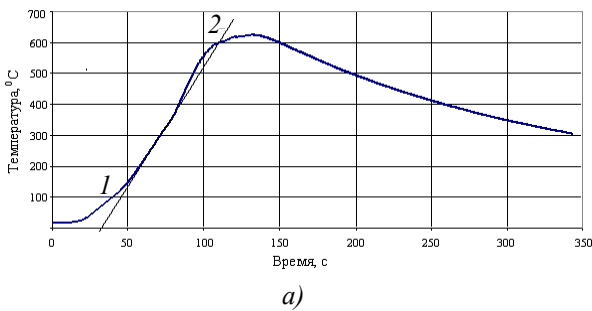


Рис. 2. Термограмма синтеза в предварительно активированной системе Ti+C+30% мас. NiCr:

а – при значении подводимой мощности нагрева 600 Вт; б – при значении подводимой мощности нагрева 1200 Вт

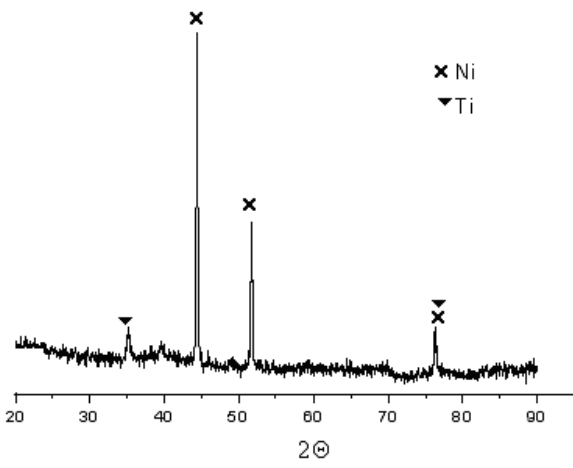
Из термограммы следует, что тепловой взрыв в динамических условиях не реализован. Система выходит на линейный темп нагрева, который определяется постоянным значением полезной мощности. При температуре 395 °С имело место незначительное превышение темпа нагрева над линейным, далее температура выравнивалась до значения, определяемого тепловым балансом между внешним источником мощности и теплоотводом. В точке максимума производилось отключение источника. При остывании плато или перегибов не наблюдается, следовательно, можно говорить об отсутствии процессов вторичного структурообразования.

На рис. 3, а приведена соответствующая дифрактограмма, снятая после СВ-синтеза. Пиков продуктов синтеза на дифрактограмме не обнаружено.

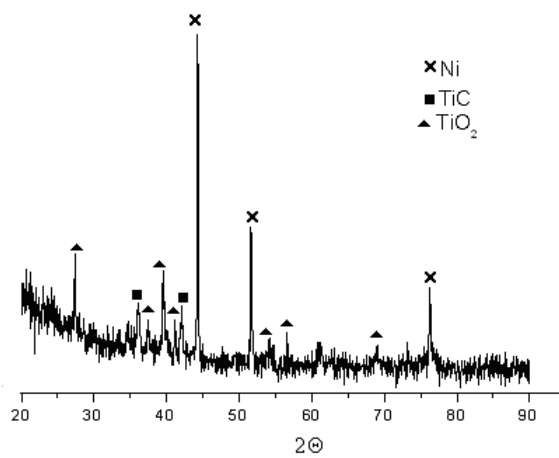
В следующем эксперименте осуществлялся прогрев смеси с более высоким значением подводимой мощности 1200 Вт. Из характера зависимости температуры от времени (рис. 2, б) можно сделать вывод, что в процессе выхода системы на стационарное значение температуры, имел место незначительный саморазогрев системы до температуры 1050 °С, далее источник разогрева отключался. Можно констатировать, что динамический тепловой взрыв также не реализован. Однако по сравнению с предыдущим случаем, саморазогрев в системе (отклонение от линейного участка) выражен более явно. В процессе охлаждения на термограмме четко наблюдается участок вторичного структурообразования при температуре 950 °С продолжительностью около 75 с.

На рисунке 3, б приведена соответствующая дифрактограмма. Из вида дифрактограммы следует, что в данном режиме начинает формироваться продукт синтеза. Об этом косвенно свидетельствует наличие участка вторичного структурообразования. Относительно длительное пребывание смеси при высоких температурах приводит к появлению оксидов титана.

Термограмма разогрева смеси при подводимой мощности 1400 Вт представлена на рис. 4, а. В данном случае можно констатировать, что тепловой взрыв в условиях динамического нагрева реализован. Саморазогрев начинается со значения температуры 110 °С и заканчивается при достижении максимальной температуры 2100 °С. Точка перегиба на участке охлаждения термограммы соответствует температуре кристаллизации никеля 1455 °С. На рис. 4, б приведена дифрактограмма продукта.



a)



б)

Рис. 3. Дифрактограмма порошковой смеси в системе Ti+C+30% мас. NiCr после нагрева:

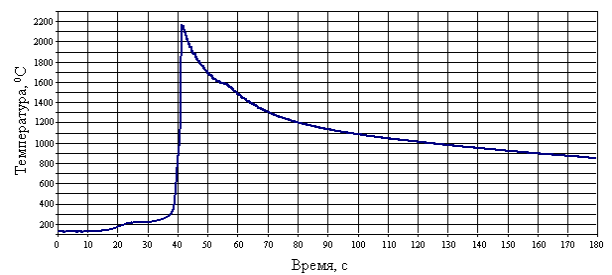
a – при значении подводимой мощности 600 Вт;
 б – при значении подводимой мощности нагрева 1200 Вт

Используя УДГН «Катунь-М», было проведено нанесение покрытий на основе TiC+NiCr на образцы поршневых колец, изготовленных из стали 65Г.

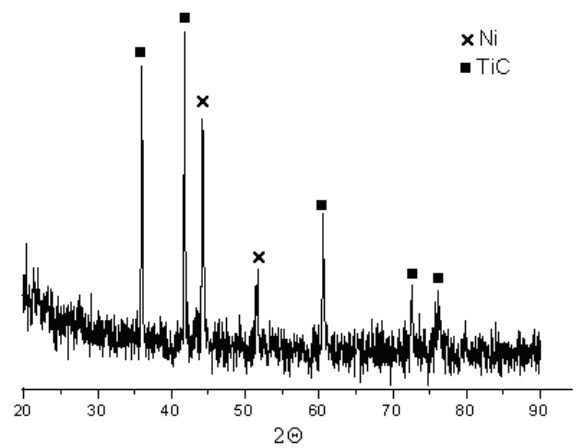
Кроме того, испытанию подвергались образцы, полученные из колец разных изготовителей с различными видами поверхностного упрочнения. Таким образом, оценка износостойкости проводилась для следующих поршневых колец:

- кольца, изготовленные из стали 65Г с детонационно-газовым напылением покрытия из СВС-механокомпозита состава TiC+NiCr;
- кольца, изготовленные из стали 65Г с гальваническим хромированием;
- кольца, изготовленные из стали 50ХФА с окислительной обработкой (ОКН) поверхностного слоя (~ 200 мкм);
- кольца производства Чехии;
- кольца производства Ставропольского завода поршневых колец (чугунные с гальваническим хромированием).

Рассчитанные средние значения весового износа образцов из разных колец сведены в табл. 1.



a)



б)

Рис. 4. Синтез в предварительно активированной системе Ti+C+30% мас. NiCr при значении подводимой мощности нагрева 1400 Вт:

a – термограмма синтеза; б – дифрактограмма продукта синтеза

1. Весовой износ образцов

Образец (кольцо)	Весовой износ (мг) при различном времени испытания (ч)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
65Г+(TiC+NiCr)	0,5	0,7	1,0	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,8	3,1	3,6	4,0	4,2	4,4
65Г+ Cr	0,7	0,9	1,3	1,7	2,2	2,5	3,1	3,5	3,9	4,1	4,5	5,2	5,7	6,0
50ХФА+ОКН	1,3	1,7	1,9	2,1	2,3	2,8	2,9	3,2	3,5	3,7	4,0	4,5	5,0	5,2
Чехия	0,8	1,4	2,2	2,5	3,0	3,7	4,0	4,3	4,7	5,3	5,9	6,0	6,5	7,2
Ставрополь	1,7	2,2	2,5	2,8	4,0	4,5	5,2	5,7	6,2	6,9	7,7	8,2	8,6	9,2

По полученным данным построены графики износа образцов, представленные на рис. 5.

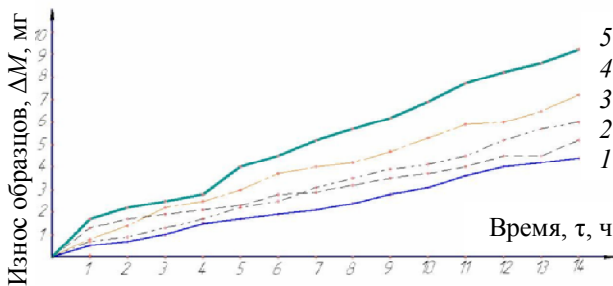


Рис. 5. Износ образцов из колец с различными видами поверхностного упрочнения:

1 – детонационное напыление TiC+CrNi; 2 – оксикарбонитрация; 3 – гальваническое покрытие; 4 – кольцо производства Чехии; 5 – кольцо Ставропольского завода

В начальный период наблюдается повышенная интенсивность износа, что обусловлено начальной приработкой и соответствует общей теории износа. Наиболее заметен процесс приработки на образцах из стали 50ХФА с оксикарбонитрацией вследствие наличия слоя мягких окислов, облегчающих процесс приработки реального кольца к гильзе.

По истечении периода приработки (от 1 до 5 ч) интенсивность износа стабилизируется, и зависимость износа от времени становится близкой к линейной (период нормального износа).

Выводы

Подводя итог результатам, можно констатировать, что в системе Ti + C синтез в твердофазном режиме принципиально возможен даже при наличии инертной добавки порошка никеля при предварительной механоактивации трехкомпонентной смеси. В процессе синтеза, ведущей стадией процесса являлось образование монокарбида титана, соединений на основе Ti-Ni в системе не обнаружено. Разработанный способ позволяет получать порошковые нанокompозиты для дальнейшего напыления покрытий.

В результате проведенных исследований установлено, что наилучшей износостойкостью обладают образцы из колец, напыленных СВС-материалами на основе карбида титана газодетонационным способом (кривая 1, рис. 5).

Величина общего износа за весь период испытаний на 16 % ниже, чем у колец, подвергаемых оксикарбонитрации (кривая 2), и на

27 % ниже, чем у аналогичных колец с гальваническим хромированием (кривая 3). Таким образом, использование технологии СВС-синтеза в механоактивированных системах Ti-C-NiCr и последующее газодетонационное напыление этих составов позволяет получать покрытия на прецизионные детали машиностроения, которые могут заменить гальваническое хромирование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаркунов, Д.Н., Балабанов, В.И. Восстановление двигателей внутреннего сгорания без их разборки // Тяжелое машиностроение. – 2000. – № 2. – С. 18–22
2. Sndarshan T.S. Tools for engineered surfaces // Surface Engineering. – 1998. – Vol. 14. – N 6. – P. 449–450.
3. Собачкин, А.В., Яковлев, В.И., Ситников, А.А., Логинова, М.В., Иванов, С.Г., Свиридов, А.П. Особенности формирования покрытий из алюмоматричного углеродсодержащего композиционного материала при газодетонационном напылении // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2015. – Т. 12. – № 4. – С. 444–449.
4. Leong C.C., Lu L., H.Fuh J.Y., Wong Y.S. In-situ formation of copper matrix composites by laser sintering // Materials Science and Engineering A. – 2002. – Vol. 338. – P. 81–88.
5. Собачкин, А.В., Яковлев, В.И., Ситников, А.А. Применение методов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и механоактивационной обработки для создания новых наплавочных материалов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2012. – № 9. – С. 17–22.
6. Питюлин, А.Н. Силовое компактирование в СВС-процессах // Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: теория и практика. Черноголовка: Изд-во «Территория», 2001. – С. 333–353.
7. Xu Q., Zhaug X., Han J., He X., Kvanin V.L. Combustion synthesis and densification of titanium diboride-copper matrix composite // Materials Letters. – 2003. – Vol. 57. – P. 4439–4444,
8. Loginova M.V., Yakovlev V.I., Sitnikov A.A., Sobachkin A.V., Ivanov S.G., Negodyaev A.Z., Gradoboev A.V. The evolution of structural and phase states of titanium aluminides after γ irradiation in small doses // The Physics of Metals and Metallography. – 2017. – Vol. 118. – № 2. – P. 170–175.
9. Логинова, М.В., Яковлев, В.И., Филимонов, В.Ю., Ситников, А.А., Собачкин, А.В., Иванов, С.Г., Градобоев, А.В. Морфология и структурные характеристики порошковых механокомпозитов Ti+Al после облучения // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2017. – Т. 14. – № 4. – С. 464–469.
10. Sobachkin A.V., Sitnikov A.A., Sviridov A.P. Evaluation of wear resistance of products on the basis of mechanically activated materials // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – Vol. 698. – P. 374–377.
11. Ситников, А.А., Собачкин, А.В., Яковлев В.И., Логинова, М.В., Свиридов, А.П. Особенности структурного

состояния механокомпозитов на основе алюминия для газодетонационного напыления покрытий // Научные технологии в машиностроении. – 2017. – №12(78). – С. 20–25.

REFERENCES

1. Garkunov D.N., Balabanov V.I. Internal combustion engine rebuilding without disassembly // *Heavy Engineering*. – 2000. – No.2. – pp. – 18-22.
2. Sndarshan T.S. Tools for engineered surfaces // *Surface Engineering*. – 1998. – Vol. 14. – N 6. – P. 449–450.
3. Sobachkin A.V., Yakovlev V.I., Sitnikov A.A., Loginova M.V., Ivanov S.G., Sviridov A.P. Peculiarities in coating formation of aluminum-matrix carbon containing composite at gas-detonation sputtering // *Fundamental Problems of Modern Material Science*. – 2015. – Vol.12. – No.4. – pp. 444-449.
4. Leong C.C., Lu L., H.Fuh J.Y., Wong Y.S. In-situ formation of copper matrix composites by laser sintering // *Materials Science and Engineering A*. – 2002. – Vol. 338. – P. 81–88.
5. Sobachkin A.V., Yakovlev V.I., Sitnikov A.A. Use of methods of self-spreading high-temperature synthesis and mechanoactivating processing for creation of new fillers // *Pre-production in Mechanical Engineering*. – 2012. No.9. – pp. 17-22.
6. Pityulin A.N. Power compacting in SVS-processes // *Self-spreading High-temperature Synthesis: Theory and Prac-*

tice. Chernogolovka: “Territory” Publishers, 2001. – pp. 333-353.

7. Xu Q., Zhaug X., Han J., He X., Kvanin V.L. Combustion synthesis and densification of titanium diboride-copper matrix composite // *Materials Letters*. – 2003. – Vol. 57. – P.4439–4444,

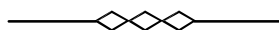
8. Loginova M.V., Yakovlev V.I., Sitnikov A.A., Sobachkin A.V., Ivanov S.G., Negodyaev A.Z., Gradoboev A.V. The evolution of structural and phase states of titanium aluminides after γ irradiation in small doses // *The Physics of Metals and Metallography*. – 2017. – Vol. 118. – № 2. – P. 170–175.

9. Loginova M.V., Yakovlev V.I., Filimonov V.Yu., Sitnikov A.A., Sobachkin A.V., Ivanov S.G., Gradoboev A.V. Morphology and structural characteristics of powder machanocomposites Ti+Al after irradiation // *Fundamental Problems of Modern Material Science*. – 2017. – Vol.14. – No.4. – pp. 464-469.

10. Sobachkin A.V., Sitnikov A.A., Sviridov A.P. Evaluation of wear resistance of products on the basis of mechanically activated materials // *Applied Mechanics and Materials*. – 2015. – Vol. 698. – P. 374–377.

11. Sitnikov A.A., Sobachkin A.V., Yakovlev V.I., Loginova M.V., Sviridov A.P. Peculiarities of structural state of mechano-composites based on aluminum for gas-detonation sputtering // *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. – 2017. – No.12 (78). – pp. 20-25.

Рецензент д.т.н. В.В. Иванайский



ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЖУРНАЛА

«Научные технологии в машиностроении»

продолжает подписку на 2018 год

Подписные индексы
по каталогам:

«Роспечать» – 79195,

Журнал выходит с 2011 г.

«Пресса России» – 39536.

Почтовый адрес издательства:

241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д. 7,

Редакция издания приглашает авторов публикаций к совместной работе.