

# ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Ахметова Аманкельды

«Разработка технологии получения порошковых композиционных быстрорежущих сталей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы

Диссертация Ахметова Аманкельды актуальна, поскольку посвящена решению важной научно-практической задачи, направленной на изучение влияния вида порошковой смеси БРС на механизм и технологию всех основных операций порошковой металлургии, а также применению такой операции как горячее прессование, ранее мало применимой для получения БРС.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в обнаружении эффекта повышенной уплотняемости при холодном прессовании порошковой смеси быстрорежущей стали Р6М5К5 с диффузионно-легированной добавкой, сопоставимой с уплотняемостью порошка ПЖРВ 2.200.26; установлении зависимости при спекании холоднопрессованных заготовок из механически легированной смеси быстрорежущей стали Р6М5К5 уплотнение при температуре до 1125 °С протекает по механизму твердофазного спекания, а свыше 1125 °С по механизму жидкофазного спекания за счёт контактного плавления эвтектики, %: 29,4 Fe; 38,6 W; 19,7 Mo; 1,8 Cr; 1,0 V; 9,5; разработке электродных материалов для электроискровой обработки, обладающие скоростью эрозии не менее 5,5 мг/мин при энергии единичных импульсных разрядов 0,1 – 0,4 Дж, силе тока 170 – 200 А, частоте 400 – 3000 Гц, обеспечившие прирост твердости инструментальных сталей до 15,8 ГПа и износостойкости при 500 °С до  $2,82 \times 10^{-5}$  мм<sup>3</sup>/Н/м.

## **Практическая значимость:**

1. Разработана диффузионно-легированная добавка для получения порошковой смеси БРС Р6М5К5, получена опытная партия порошковой смеси в условиях ПАО «Северсталь». Исследованы особенности прессования и спекания, а также ГП, получено ноу-хау «Способ получения диффузионно-легированной смеси на основе железа, содержащей вольфрам, молибден, кобальт и карбид тантала» (зарегистрировано в депозитарии НИТУ МИСИС).

2. Определен оптимальный режим получения механически легированной смеси БРС Р6М5К5 обработкой в ПЦМ и исследованы различные режимы прессования и спекания, а также ГП механолегированной смеси БРС Р6М5К5. Разработан способ получения порошка быстрорежущей стали механическим легированием, Патент РФ № 2799363 от 10.06.2022, Бюллетень изобретения № 19 от 05.07.2023.

3. Получены режущие пластины из ГП-заготовок БРС Р6М5К5, 10Р6М5, Р6М5К5 с добавлением 3 % VC, которые при испытаниях на лабораторно-исследовательской 5 базе ПАО «Туполев» продемонстрировали стойкость при резании стали 30ХГСА в 1,13-1,60 раз больше, чем режущая пластина из горячекатаного прутка литой стали Р6М5. Также проведены испытания режущих пластин из ГП-заготовок в условиях производственного участка ООО НПФ «УМГ», согласно которым, резцы пригодны для механообработки графитовых заготовок.

4. Разработана технологическая инструкция на процесс получения электродов для электроискровой обработки на основе порошковой смеси быстрорежущей стали Р6М5К5 с добавкой керамики на основе силицида молибдена, боридов молибдена и гафния, ТИ № 58-11301236-2023.

5. Определены оптимальные режимы нанесения покрытий на сталь 5ХНМ методом электроискровой обработки из ГП электродов механолегированной смеси БРС Р6М5К5 и БРС Р6М5К5 с добавлением 40 % гетерофазной керамики MoSi<sub>2</sub> – MoB – HfB<sub>2</sub>. Показано, что введение керамики уменьшило приведенный износ в 13,5 раз по сравнению с покрытиями из БРС Р6М5К5 без добавления керамики при высокотемпературных трибологических испытаниях.

**Достоверность результатов**, полученных в работе, подтверждается теоретическими и экспериментальными исследованиями, обеспечивающими обоснование цели и поставленных задач, апробированных классическими и современными общенаучными методами, научным обсуждением и одобрением отечественной и зарубежной общественностью.

**Результаты** диссертационной работы широко представлены в 20 публикациях, в том числе 8 в журналах из перечня ВАК и входящих в перечень Scopus/Web of Science, 10 тезисов и докладов в сборниках трудов конференций, 1 «Ноу-хау» зарегистрировано в депозитарии НИТУ МИСИС и 1 патент.

**Автореферат** содержит большое количество иллюстраций и развернутых пояснений к ним.

**Отличительной особенностью** и интересным научным результатом диссертационной работы является то, что разработана технологическая инструкция на процесс получения электродов ТИ № 58-11301236- 2023. По результатам трибологических испытаний при температуре 500 °С, покрытия, 24 нанесенные из перечисленных электродов при выбранных оптимальных режимах на подложку из стали 5ХНМ, было определено, что введение гетерофазной керамики уменьшает приведенный износ в 13,5 раз.

В целом актуальность работы, её научная новизна и практическая значимость не вызывают сомнений.

По выполненной работе имеются следующие вопросы и **замечания**:

– из текста автореферата не ясно, как проходит процесс восстановления вводимых порошков оксидов вольфрама и молибдена при получении диффузионно-легированной добавки на частицах железного порошка и влияние полученной диффузионно-легированной добавки на механизм спекания БРС;

– из текста автореферата не ясно, каковы перспективы дальнейшей разработки темы.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки выполненной работы.

В целом диссертационная работа «Разработка технологии получения порошковых композиционных быстрорежущих сталей» представляет собой законченное научное исследование, основные результаты которого представляют научный и практический интерес для специалистов в области порошковой металлургии и функциональных покрытий.

Судя по автореферату диссертационная работа «Разработка технологии получения порошковых композиционных быстрорежущих сталей» соответствует требованиям п. 9...11, 13, 14 «Положение о порядке присуждения учёных степеней» Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 18.03.2023 г.), а ее автор, Ахметов Аманкельды, **заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук** по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Агеева Екатерина Владимировна

Профессор кафедры технологии материалов и транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», 305040, РФ, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94.

Ученая степень: доктор технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки).

Ученое звание: доцент по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Е-mail: [ageeva-ev@yandex.ru](mailto:ageeva-ev@yandex.ru).

Тел.: 8(910)310-33-36.

*Подпись Агеевой Е.В. удостоверено*

*Специалист  
по кадровой*

*М.П. Черных М.В.  
04.10.2023*