

В Диссертационный совет Д 212.132.05
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
технологический университет
«МИСиС»
г. Москва 119049, ул. Ленинский пр-т,
д. 4, стр. 1

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Ахметова Аманкельды** «Разработка технологии получения порошковых композиционных быстрорежущих сталей», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5- Порошковая металлургия и композиционные материалы.

В промышленности как один из основных материалов для получения режущего инструмента применяют быстрорежущую сталь. Инструмент из такого материала нашёл широкое применение в операциях, точения, фрезерование, сверления, протягивания. Однако порошковая быстрорежущая сталь имеет свои недостатки с точки зрения консолидации порошков, что приводит к преждевременному износу инструмента. Из-за высокой твердости и сферической формы, частицы таких порошков не формуруются технологически простыми методами формования (прессованием), или же формуруются и спекаются без достижения удовлетворительного уровня плотности и физико-механических свойств, что на сегодняшний день **является актуальным**.

На сегодняшний день перспективным является дисперсное упрочнение различными добавками, с получением композиционной быстрорежущей стали, характеризующейся повышенными физико-механическими свойствами.

Диссертационная работа посвящена разработке технологии получения композиционной быстрорежущей стали из порошковых смесей, которые отличаются высокой уплотняемостью при холодном и горячем прессовании.

Работа обладает научной новизной, основные положения которой заключаются в следующем:

1. Обнаружен эффект повышенной уплотняемости при холодном прессовании порошковой смеси быстрорежущей стали Р6М5К5 с диффузионно-легированной добавкой, сопоставимой с уплотняемостью порошка ПЖРВ

2.200.26, что обусловлено губчатой морфологией частиц добавки. В случае распыленного порошка быстрорежущей стали 10P6M5 эффект повышенной формуемости достигается за счет введения в состав смеси твердых частиц карбида ванадия, которые интенсифицируют пластическую деформацию в области контакта карбидов с металлической матрицей.

2. Установлено, что при спекании холоднопрессованных заготовок из механически легированной смеси быстрорежущей стали P6M5K5 уплотнение при температуре до 1125°C протекает по механизму твердофазного спекания, а свыше 1125°C 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 C.

3. На основе быстрорежущей стали P6M5K5 с добавкой боридно-силицидной керамики MoSi₂–MoB–HfB₂ разработаны электродные материалы 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°C до $2,82 \times 10^{-5}$ мм³/Н/м.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в:

- диффузионно-легированная добавка для получения порошковой смеси БРС P6M5K5, получена опытная партия порошковой смеси в условиях ПАО «Северсталь». Исследованы особенности прессования и спекания, а также горячее прессование, получено ноу-хау «Способ получения диффузионно-легированной смеси на основе железа, содержащей вольфрам, молибден, кобальт и карбид тантала» (зарегистрировано в депозитарии НИТУ МИСИС);

- определен оптимальный режим получения механически легированной смеси БРС P6M5K5 обработкой в ПЦМ и исследованы различные режимы прессования и спекания, а также горячее прессование, получения порошка быстрорежущей стали механическим легированием, Патент РФ № 2799363 от 10.06.2022, Бюллетень изобретения № 19 от 05.07.202;

- получены режущие пластины из горячих прессованных заготовок БРС P6M5K5, 10P6M5, P6M5K5 с добавлением 3 % VC, которые при испытаниях на лабораторно-исследовательской базе ПАО «Туполев» продемонстрировали стойкость при резании стали 30ХГСА в 1,13-1,60 раз больше, чем режущая пластина из горячекатаного прутка литой стали P6M5. Также проведены испытания режущих пластин из горячих прессованных заготовок в условиях производственного участка ООО НПФ «УМГ», согласно которым, резцы пригодны для механообработки графитовых заготовок;

- 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;

- 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 $\text{MoSi}_2 - \text{MoB} - \text{HfB}_2$. 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 работы подтверждается достаточной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований, полученных с использованием апробированных современных методов исследований, поверенных контрольно-измерительных приборов. Адекватность полученных результатов подтверждена экспериментальной проверкой и результатами внедрения в производство.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на научно-технических конференциях, опубликованы в 20 научной работе, в том числе 8 статей в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень 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.

По автореферату имеются замечания.

1. Из автореферата не очень понятно какие произошли изменения в физико-механических свойствах быстрорежущих сталей после новой разработанной технологии, в частности таблица 1 стр.18. Желательно было бы показать сравнительный анализ одного метода и другого по всем физико-механическим свойствам (прочность, красностойкость, трещиностойкость).

2. В автореферате нумерация рисунков идут последовательно, что нельзя сказать про нумерацию таблиц.

3. В таблице 1 стр.15 пропущен % кобальта (Co), хотя он присутствует в материале Р6М5К5.

Указанные замечания не снижают практической значимости диссертации, которая выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям Положения ВАК РФ к кандидатским диссертациям, в том числе соответствует требованиям пункта 28 «Положения о присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 27.09.2013 № 842, а ее автор, **Ахметова Аманкельды** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая

металлургия и композиционные материалы.

Профессор кафедры «Технологии и оборудование машиностроения»

Московского политехнического университета

д.т.н., доцент

Чекалова

Чекалова Елена Анатольевна

04.11.2023

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Московский политехнический университет»

Адрес: 107023, г. Москва, ул. Большая Семеновская, 38

тел.: +7 (495) 223-05-23

e-mail: mospolytech@mospolytech.ru

Специальность 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Подпись д.т.н., проф. каф. Чекаловой Е.А. заверяю:

ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ПОГОРЕЛОВА А.В.

Jaef

