

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Ахметова Аманкельды на тему: «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» и состоявшейся 29 ноября 2023 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 11.09.2023 г., протокол № 13.

Диссертация выполнена на кафедре порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – доктор технических наук, Еремеева Жанна Владимировна, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 13 от 11.09.2023 г.) в составе:

1. Штанский Дмитрий Владимирович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Научно-учебного центра СВС МИСиС-ИСМАН (НУЦ СВС), профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, директор Научно-исследовательского центра «Неорганические наноматериалы», НИТУ МИСИС – председатель комиссии;

2. Петржик Михаил Иванович, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «In situ диагностика структурных превращений» НУЦ СВС, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, НИТУ МИСИС;

3. Кирюханцев-Корнеев Ф.В., доктор технических наук, заведующий лабораторией «In situ диагностика структурных превращений» НУЦ СВС, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, НИТУ МИСИС;

4. Шляпин Сергей Дмитриевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение и технология обработки материалов» Московского авиационного института (национальный исследовательский университет (МАИ));

5. Санин Владимир Николаевич, доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории № 5 «Лаборатория жидкофазных СВС-процессов и литых материалов» Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук (ИСМАН РАН).

В качестве ведущей организации утвержден Государственный научный центр федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина» (ГНЦ ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина»).

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана научная концепция** получения быстрорежущих сталей на основе стали Р6М5К5 путем высокоэнергетической механической обработки смесей в присутствии дисперсно-упрочняющих и легирующих порошковых добавок - карбидов тугоплавких металлов, холодного прессования и спекания с последующим горячим прессованием (ГП) и термической обработкой (ТО) (отжиг, закалка, отпуск), обладающих высокой плотностью, твердостью и износостойкостью, что позволило выявить качественно новые закономерности структуро- и фазообразования на всех этапах их получения;

предложены оригинальные суждения о достижении повышенной уплотняемости порошка быстрорежущей стали 10Р6М5 при холодном прессовании порошковой смеси с добавкой твердых частиц карбида ванадия, которые интенсифицируют пластическую деформацию в области контакта карбида с металлической матрицей;

доказана перспективность использования горячепрессованных заготовок быстрорежущей стали Р6М5К5, 10Р6М5 и Р6М5К5 с добавлением 3% VC для изготовления режущих пластин и резцов, которые при испытаниях на базе ПАО «Туполев» продемонстрировали улучшенную стойкость (в 1,1 – 1,6 раз) при резании по сравнению со стандартными сталями, а также механически легированной смеси быстрорежущей стали Р6М5К5 с керамической добавкой MoSi_2 – MoB – HfB_2 в качестве электродного материала для технологии электроискрового легирования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

доказаны положения о том, что в процессе спекания заготовок из механически легированной смеси быстрорежущей стали Р6М5К5 резкий рост плотности свыше 1100°C обусловлено локальным плавлением эвтектики, содержащей карбид M_6C , что приводит при затвердевании к формированию мелкозернистой структуры с дисперсным распределением карбидных включений M_6C без образования карбидной сетки,

изложены условия высокоэнергетической механической обработки порошковой смеси БРС Р6М5К5, содержащей добавки вольфрама, молибдена, кобальта, хрома,

феррованадия и железа, обеспечивающие ее высокую уплотняемость при холодном прессовании.

выявлены условия обеспечения увеличения механических свойств для композиционной дисперсно-упрочненной быстрорежущей стали Р6М5К5 с добавкой 3 % VC ($\sigma_{\text{изг}} 1946 \pm 15$ и $\sigma_{\text{сж}} 2641 \pm 10$), что достигается путем проведения комбинированной постобработки, сочетающей ГП и последующую ТО по типу отжиг, закалка, отпуск.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:

- разработан способ получения диффузионно-легированной смеси быстрорежущей стали марки Р6М5К5 с добавками порошков железа, вольфрама, молибдена и кобальта (зарегистрирован ноу-хау № 02-340-2023 ОИС от 14 марта 2023 г.), получена опытная партия порошковой смеси аналогичного состава в условиях ПАО «Северсталь»;
- разработан альтернативный метод получения порошковой смеси из быстрорежущей стали марок Р6М5К5, 10Р6М5 и Р12МЗФ2К8 путем механической обработки в планетарной центробежной мельнице с образованием механически легированных смесей (получен патент № 2799363 «Способ получения порошка быстрорежущей стали механическим легированием»);
- получены режущие пластины и резцы из горячепрессованных заготовок быстрорежущей стали и проведены их испытания в условиях лабораторно-исследовательской базы ПАО «Туполев» (экспериментальные режущие пластины показали стойкость в 1,1 – 1,6 раз выше стойкости пластины из литого горячекатаного прутка стали Р6М5) и производственного участка ООО НПФ «УМГ» (экспериментальные резцы продемонстрировали пригодность для механической обработки графитовых заготовок);
- разработан электродный материал и способ получения из него электродов на основе порошковой смеси из быстрорежущей стали Р6М5К5 с добавкой керамики MoSi_2 – MoB – HfB_2 для электроискровой обработки изделий из инструментальной стали (ТИ 58-11301236-2023).

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:

- экспериментальные данные получены согласно межгосударственным стандартам исследований с применением современного оборудования, показана воспроизводимость полученных результатов, произведена их статистическая обработка;
- идеи исследований базируются на основе анализа и обобщения передового опыта российских и зарубежных авторов, работающих в области разработки порошковых сталей, в том числе порошковых быстрорежущих сталей;

- проведено сравнение результатов с данными, полученными ранее по рассматриваемой тематике и представленными в литературных источниках.

Личный вклад соискателя состоит в анализе литературных данных по теме исследования, непосредственном участии в получении исходных данных и научных экспериментах, анализе и обобщении их результатов. Обсуждение и интерпретация полученных данных проводились совместно с научным руководителем и соавторами публикаций. Основные положения диссертационной работы, её научная новизна, практическая значимость и выводы сформулированы совместно с научным руководителем.

По материалам диссертации опубликовано 20 печатных работ, из них 7 статей в журналах из перечня ВАК и 1 входящая в базу данных Scopus, 10 тезисов и докладов в сборниках трудов конференций, 1 ноу-хау, 1 патент РФ.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Ахметова А. соответствует критериям п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней НИТУ МИСИС, так как в ней, на основании выполненных автором исследований, разработаны новые научно-обоснованные технические и технологические решения для получения быстрорежущих сталей на основе Р6М5К5 путем высокоэнергетической механической обработки смесей, холодного прессования и спекания с последующим горячим уплотнением и термической обработкой (отжиг, закалка, отпуск), обладающих высокой плотностью, твердостью и износостойкостью, и выявить качественно новые закономерности структуро- и фазообразования на всех этапах их получения, имеющие существенное значение для развития отечественной металлообрабатывающей промышленности.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Ахметову Аманкельды ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовали: за - 4, против - 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



Д.В. Штанский

29.11.2023 г.