



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
(ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)

Вадковский пер., д. 1, Москва, ГСП-4, 127994. Тел.: (499) 973-30-76. Факс: (499) 973-38-85
E-mail: rector@stankin.ru

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной работе и
научно-технической политике

А.А. Зеленский

2021 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Муранова Александра Николаевича
«Свойства порошково-полимерных смесей для инжекционного формования
заготовок деталей из хромомолибденовой стали», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Актуальность работы. Диссертационная работа Муранова А.Н. посвящена исследованию свойств порошково-полимерных смесей для выбора рациональных технологических режимов формования композиционных заготовок деталей по МПМ-технологии.

За счет сочетания производительности метода литья под давлением с универсальностью процесса спекания шихты порошков требуемого состава, технология инжекционного литья порошков (МПМ), объединившая достоинства методов традиционной порошковой металлургии и литья в металлические формы, стала серьезным конкурентом субтрактивным технологиям механообработки, традиционным технологиям литья и порошковой металлургии. В отличие от аддитивных технологий, МПМ-технология перспективна именно для серийного и массового производства точных деталей. Технологии инжекционного литья порошково-полимерных смесей позволяют эффективно обеспечить массовое производство точных малогабаритных сложнопрофильных деталей, обладающих оптимальной себестоимостью и заданным комплексом свойств. Однако

разнообразие возможных сочетаний дисперсного наполнителя и полимерной смеси связующего приводит, как количественно, так и качественно, к существенному различию тех свойств порошково-полимерных смесей (фидстоков), которые влияют на выбор технологических режимов переработки и определяют качество конечной продукции – серийно производимых МІМ-методом металлических деталей. Потребность выбора технологических режимов переработки фидстоков в качественные изделия с заданным уровнем свойств наряду с актуальностью определила цель и задачи диссертационной работы.

Основные результаты работы и их значимость для науки и производства.

В представленной на отзыв диссертации можно выделить следующие наиболее важные результаты, имеющие значение для науки (порошковой металлургии и композиционных материалов) и производства.

Наиболее значимыми научными результатами диссертации являются:

- результаты исследования химического состава, микроструктуры и качества композиционных полуфабрикатов и спеченных деталей из аналогов стали 38ХМА, полученных методом инъекционного формования порошково-полимерных смесей (МІМ методом);

- экспериментальные и расчетные данные по теплофизическим, механическим, реологическим и pVT -характеристикам порошково-полимерных смесей с различным типом связующего, используемых для формования заготовок деталей из порошковой стали 38ХМА;

- результаты сравнительного анализа технологичности порошково-полимерных смесей с полимерным связующим для различных способов удаления;

- результаты исследования полимеров отечественной номенклатуры, пригодных для смеси связующего и, предназначенных для растворо-термического удаления;

- результаты математической обработки экспериментально измеренных изобар порошково-полимерных смесей, в результате чего впервые получены их изотермы и изохоры. – выявлены наследственные технологические дефекты спеченных стальных МІМ-деталей, предупреждение возникновения которых возможно лишь за счет выбора рациональных технологических режимов инъекционного формования порошково-полимерных смесей;

- разработан вариант состава полимерной смеси связующего для порошково-полимерных смесей на основе российской компонентной базы.

Достоверность научных результатов и выводов обеспечена использованием взаимодополняющих методов исследования; применением стандартизированных экспериментальных методик; использованием теоретических моделей, основанных на фундаментальных физических соотношениях; согласованием теоретических результатов с экспериментальными данными; апробацией полученных результатов работы.

Рекомендации по использованию результатов и выводов.

Полученные теоретические и практические результаты диссертационной работы Муранова А.Н. определяют возможность выбора режимов для компенсации объемной усадки формующего порошково-полимерного материала на стадии подпитки и уплотнения композиционного полуфабриката детали и могут быть использованы для совершенствования технологии и оптимизации параметров технологических режимов инжекционного литьевого формования деталей из порошковых аналогов стали 38ХМА в научно-производственной деятельности следующих предприятий:

- Акционерное общество «Группа компаний «Калашников»;
- Акционерное общество «Федеральный научно-производственный центр «Производственное объединение «Старт» имени М.В. Проценко»;
- Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Торий»;
- Акционерное общество «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина».

Диссертация не лишена недостатков и к ней имеется ряд вопросов, замечаний и рекомендаций.

1. В работе не уделено внимание исследованию процессов спекания, в частности, их влиянию на структуру и физико-механические характеристики спеченных изделий. Не уделено внимание исследованию границ зерен и тонкой структуры, во многом определяющих свойства материалов, полученных методами порошковой металлургии.

2. В диссертации (страница 46) утверждается, что «выбор рациональных режимов термической обработки деталей из стали 38ХМА, полученных по МПМ-технологии, может обеспечить высокие прочностные свойства». Однако в работе приводятся только результаты измерения твердости. Не определены механические свойства, а именно, пределы прочности и текучести, ударная вязкость, т.е. свойства, определяющие работоспособность конструкционных сталей. Именно эти свойства позволяют более четко определить область рационального применения исследуемой технологии.

3. Азотирование. Высокая твердость азотированного слоя (823HV) превышает (цитата) «гарантированное концерном «BASF» значение 600HV». Однако это не следует считать достижением. На рисунке 3.15 показана типичная структура стали, подвергнутой азотированию. На поверхности виден белый не травящийся слой, обладающий высокой твердостью. Эта фаза весьма хрупкая и служит концентратором напряжений, снижая эксплуатационные свойства изделий. Ее наличие, как правило, недопустимо и ее удаляют. Нижележащий слой будет иметь более низкую твердость. Возможно, именно эта твердость гарантирована концерном «BASF».

4. Диссертационная работа, в числе прочего, посвящена вопросам изготовления детали «втулка», но в полной мере оценить эту деталь по диссертации невозможно, так как ее чертеж не приводится, нет размеров, допусков,

технических требований и т.д. Вместо чертежей диссертант приводит «внешний вид» деталей и образцов для испытаний (рисунки 2.1 - 2.3).

5. На стр. 110 диссертации на рис. 4.39а не пронумерованы все изохоры фидстока.

6. В металлведении и металлургии есть четкое различие терминов «сталь» и «сплав». В одном абзаце автореферата 38ХМА позиционируется и как сталь, и как сплав (2-й абзац на 2-й странице автореферата).

7. Результаты исследования деталей, изготовленных методом инжекционного литья, проведенные автором (рисунок 5 на 10 странице автореферата), показывают, что макродефекты в материале (поры, усадочные раковины, линии спая) образуются на стадии литья под давлением и в дальнейшем наследуются и развиваются на следующих технологических стадиях процесса. Автор решает эту проблему путем выбора рациональных режимов литья с учетом конструкции пресс-формы и литниковой системы. Для предупреждения образования различных внутренних дефектов в отливках, недопустимых для ответственных стальных деталей, представляется целесообразным использование вакуумирования рабочей полости пресс-формы в процессе инъекции.

8. Важным моментом исследуемой технологии является получения необходимой формы и размеров детали. Плотность готовой, спеченной детали в 1,5 раза больше, чем литого полуфабриката - «зеленой» детали (рисунок 3.1 диссертации). Т.е. ее объем, соответственно, в 1,5 раза меньше. Технология получения детали необходимой формы и высокой точности (позиционируется как характеристика технологии МІМ) не описана ни в литературном обзоре, ни в основном тексте. Схема, приведенная на рисунке 1.2, не дает ответа на этот вопрос.

9. Открытым остаётся вопрос – распространяются ли результаты сравнительного анализа свойств принципиально различных по связующему порошково-полимерных смесей с наполнителем из порошка стали 38ХМА на другие типы порошковых наполнителей?

10. Диссертация и автореферат изобилует иностранными терминами, хотя одним из требований положения ВАК является написание диссертации на русском языке.

Сделанные замечания не ставят под сомнение научную новизну работы, ее практическую значимость, существенно не снижают высокий уровень исследований и не оказывают влияния на общую положительную оценку диссертации.

Заключение. Диссертация Муранова А.Н. «Свойства порошково-полимерных смесей для инжекционного формования заготовок деталей из хромомолибденовой стали» представляет собой законченное научное исследование и является успешно выполненной квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны, включающие исследования свойств, составов и структуры порошково-полимерных смесей и полимерных материалов в

полном производственном цикле изготовления МИМ-изделий, и которая по актуальности, научному уровню и практической значимости соответствует пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года.

Считаем, что автор диссертации Муранов А.Н., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Отзыв обсужден и принят на расширенном заседании кафедры композиционных материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» 23 апреля 2021 г. протокол №4. На заседании присутствовало 17 человек. Результаты голосования: «за» - 17 человек; «против» - нет; «воздержались» - нет.

Председатель заседания
заведующий кафедрой
композиционных материалов
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»
д.т.н., профессор

Сосенушкин Евгений
Николаевич

Секретарь заседания

Рожкова Мария
Михайловна

Адрес: г. Москва, ГСП-4, 127994,
Вадковский пер., д. 3а
Тел.: +7 (499) 973-30-66; +7 (499)
972-95-44;
E-mail: sen@stankin.ru

