

## ОТЗЫВ

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

Диссертационная работа Муранова Александра Николаевича «Свойства порошково-полимерных смесей для инжекционного формования заготовок деталей из хромомолибденовой стали» посвящена исследованию влияния характеристик порошково-полимерных смесей (фидстоков) на качество деталей из стали 38ХМА, полученных технологией инжекционного литья (МІМ методом).

Несмотря на то, что МІМ технология в настоящее время рассматривается как перспективный способ производства точных малогабаритных сложнопрофильных деталей с заданным комплексом свойств, ее практическая реализация встречает на своем пути целый ряд технологических проблем. В том числе, выбор рациональных технологических режимов переработки заготовки детали для формирования качественного объекта с заданным уровнем свойств во многом зависит от состава и свойств используемого фидстока. С этой точки зрения исследование влияния состава полимерного связующего на технологичность фидстока, используемого при МІМ технологии, а также на элементный состав, качество и структуру формируемых деталей из стали 38ХМА представляется весьма актуальным и практически важным.

В работе Муранова А.Н. методом рентгеновской томографии показано, что наблюдаемые в стальных деталях, синтезированных методом МІМ, макродефекты, а именно, линии спаев, усадочные раковины, макропоры возникают еще на стадии литья под давлением заготовок из порошково-полимерных смесей. Предупреждение возникновения этих дефектов возможно только путем выбора рациональных технологических параметров процесса формования заготовок с учетом технологических свойств полимерного связующего фидстока.

Для производства деталей из стали 38ХМА МІМ методом в работе были использованы две различные марки фидстоков, в одной из которых предусмотрен растворно-термический способ удаления полимерного связующего, а во втором – каталитический способ удаления. В диссертационной работе проведено детальное сравнение характеристик используемых фидстоков, оказывающих существенное влияние на процесс формования заготовки и на окончательное качество детали. Полученные данные позволили выявить важные технологические особенности фидстоков с разным способом удаления полимерного связующего.

Анализ теплофизических характеристик позволил показать, что в интервале температур переработки фидсток с каталитическим способом удаления полимерного связующего обладает меньшей теплоемкостью и большей теплопроводностью, что упрощает формуемость заготовки и уменьшает пространственный температурный градиент в ней.

По зависимостям динамической вязкости от скорости сдвига было установлено, что при формировании тонкостенных изделий целесообразно использовать фидстоки с растворно-термическим типом удаления полимерного связующего, так как они обладают на порядок более низкой вязкостью.

Исследование термомеханических характеристик показало, что фидстоки с каталитическим типом удаления полимерного связующего обладают более высокими механическими свойствами, что уменьшает вероятность их повреждения при извлечении из пресс-формы.

Методами dilatометрического анализа, измерения плотности материала с высокой точностью и с помощью билинейной интерполяции были построены зависимости давления от температуры, при которых не происходит изменение удельного объема фидстока, что является условием компенсации объемной усадки. Данные зависимости позволили для всех стадий инжекционного формования полуфабрикатов выбрать рациональные технологические режимы.

В работе показано, что сталь 38ХМА, полученная с помощью МІМ технологии и дополнительно подвергнутая стандартной термической обработке, обладает элементным составом и твердостью, соответствующими данной стали после традиционных методов получения.

Исследование влияния состава полимерной связующей фистока на его свойства было выполнено с использованием порошково-полимерных смесей зарубежного производства, так как российских аналогов нет. В диссертационной работе Муранова А.Н. проведена разработка смеси полимерного связующего на основе полимеров отечественной номенклатуры для растворно-термического способа удаления. Предложенный состав полимерного связующего успешно прошел опытно-технологическую апробацию в полном производственном цикле МПМ технологии и оказался пригоден для использования с разными по морфологии и составу порошковыми наполнителями, что подтверждено Актом о внедрении результатов диссертации.

В качестве недостатков работы можно отметить следующие:

1. Единственным механическим параметром, определяемым на исследуемых образцах, является твердость, при этом несомненный интерес представляет сравнение других показателей прочности, а также пластичности и вязкости на образцах стали, полученных МПМ технологией и традиционным способом.
2. Как видно из рис.3 автореферата, в структуре стали после МПМ и после дополнительных ТО наблюдается значительная пористость. Представляется целесообразным для оценки качества формируемых объектов определять концентрацию пор, сравнивать ее с допустимыми значениями.
3. Описывая структуры, приведенные на рис.3 автореферата, диссертант утверждает, что в процессе МПМ формируется крупнозернистая феррито-перлитная структура, а закалка приводит к формированию мелкоигольчатого мартенсита. Возникает вопрос, в результате какого процесса могло произойти измельчение исходного аустенитного зерна, размер которого определяет дисперсность как феррито-перлитной, так и мартенситной структуры.
4. Полагаю, что автор ошибся, указывая на пластинчатую морфологию карбидных включений, сформированных при отпуске. При отпуске выделяются карбиды сферической формы, а вытянуты зерна феррита, сформированного из мартенситных кристаллов (структура направленного троостита/сорбита).
5. При упоминании рациональных технологических режимов инъекционного формования автор не конкретизирует, о каких технологических параметрах идет речь. Это только температура и давление, или есть другие важные характеристики процесса.

Тем не менее, указанные недостатки не снижают ценность полученных результатов.

Работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследования. Достоверность результатов подтверждена применением различных взаимодополняющих методов исследования и статистической обработкой полученных результатов. Выводы подкреплены соответствующими экспериментальными данными.

Таким образом, диссертация Муранова А.Н. представляет собой законченную работу, отвечающую требованиям ВАК, а соискатель заслуживает присуждения научной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Согласна на обработку моих персональных данных.

**Базалеева Ксения Олеговна**

*нобаз*

кандидат физико-математических наук

по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Заведующий лабораторией исследования структуры и свойств

перспективных материалов ИИИТ РУДН

Почтовый адрес: 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.10, корп. 2

Тел. +7 905 760 12 32

Эл. адрес: [bazaleeva-ko@rudn.ru](mailto:bazaleeva-ko@rudn.ru)

Подпись Базалеевой К.О. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета РУДН

Савчин Владимир Михайлович

