

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Богдановой Нины Анатольевны
“Напряженно-деформированное состояние прессовок
из воскообразных порошковых материалов”,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела

Актуальность темы диссертации

Одним из основных критериев эффективности деятельности предприятий машиностроительного комплекса является снижение стоимости изготавливаемых металлоизделий, в связи с чем высокая актуальность работы видится в перспективе применения ее результатов для совершенствования процессов, направленных на рациональное использование известных материалов и методов получения изделий из них. Конкретным направлением использования представленных в диссертационной работе результатов определения напряженно-деформированного состояния прессовок из воскообразных порошковых материалов является бездефектное получения литья, в том числе биметаллического, что достигается управлением режимами формовки пористых прессовок из воскообразных порошков, применяемых в качестве компонентов модельных составов. В работе определены наиболее подходящие режимы формирования пористых моделей сложной геометрии. Как правило, модельные материалы являются многосоставными, автор же предлагает в значительной мере упростить процесс получения выплавляемых моделей за счет использования только парафина.

Актуальность работы подтверждается также тем, что она выполнялась в рамках планов НИР Института машиноведения и металлургии ДВО РАН, результаты которых проходят полноценную научную экспертизу. Отмеченное, в совокупности, дает основания полагать актуальность диссертационной работы высокой.

Структура и содержание работы

Диссертация изложена на 150 страницах, включает 43 рисунка, 7 таблиц и состоит из введения, 4 глав, заключительных выводов по работе, списка источников использованной литературы из 160 наименований, 4-х приложений, в которых приведены материалы патентов РФ на изобретения.

Во введении представлена основная цель диссертационной работы, решаемые в рамках поставленной цели задачи, положения, выносимые на защиту, научная и изобретательская новизна, практическая значимость, актуальность работы, благодарности. Отражены достоинства и недостатки литья по выплавляемым моделям, указан суммарный объем дефектов, связанный с бракообразующими факторами. Представлена принципиальная схема процесса получения экспериментальных выплавляемых моделей

В первой главе рассмотрены варианты изготовления выплавляемых моделей, наиболее распространенные модельные составы в ЛВМ, освещены способы формирования изделий из порошков различных материалов. Описаны существующие способы расчетов, используемые для прогнозирования процессов деформирования и конечных свойств порошковых материалов. Отмечено, что,

несмотря на достаточно большое количество исследований в области формирования изделий из порошков различных материалов, для каждого конкретного случая необходимо проводить экспериментальное подтверждение рассматриваемых процессов.

Во второй главе представлены используемые методики исследования. Обоснован выбор изучаемого материала – парафин марки Т1. Приведены полученные экспериментальным путем свойства этого материала – плотность в литом состоянии, температура плавления, величина объемной усадки. Обоснован технологически приемлемый диапазон размера частиц порошка, используемого в данной работе. Приведены методики исследования НДС порошка парафина с помощью: прямого одноосного стесненного сжатия в цилиндрических пресс-матрицах, стесненное сжатие центробежными силами, свободное сжатие и определение прочности полученных прессовок, базовые эксперименты для определения упругих констант материала, физическое моделирование процесса формирования слоя на каркасе-основе путем стесненного сжатия уложенных определенным образом сферических элементов, экструзионное формование длинномерных прессовок из рассматриваемого материала.

В третьей главе приведены результаты получения прессовок из порошка парафина с пористостью в диапазоне от 0 до 12 % при стесненном сжатии путем прямого одноосного прессования и в поле действия центробежных сил. Представлена попытка аппроксимации полученных результатов известными формулами. Приведены результаты исследования релаксации напряжений материала прессовки, путем выдержки под нагрузкой после завершения процесса уплотнения, таким образом минимизируя упругий возврат материала. Приведено сравнение прочности при сжатии образцов полученных разными способами стесненного сжатия. Проведено экспериментальное определение упругих констант материала.

Четвертая глава посвящена решению вопросов формирования слоя воскообразного материала на каркасе для изготовления выплавляемых моделей биметаллических отливок. Представлены результаты моделирования формирования поверхностного слоя путем стесненного сжатия сферических элементов, расположенных в одном слое, выполненных из парафина и стали (в данном случае стальные элементы предназначены для имитации водорастворимых компонентов для изготовления комбинированных удаляемых моделей). Выявлено, что основное влияние на процесс деформирования оказывает плотность расположения элементов до начала уплотнения. Вторая часть четвертой главы посвящена экструзионному формированию длинномерных элементов между стенками формы и каркасом. Определено влияние скорости деформирования, размера фракции порошка, формы и диаметра экструдера на силовые параметры процесса и упругое последствие материала. Выявлено, что максимально возможная пористость длинномерной прессовки не превышает 5 %.

В заключении представлены основные выводы и научные результаты работы, соответствующие поставленным целям и задачам.

В Приложениях приведены сканы 4 патентов на изобретения РФ.

Структура диссертации четкая и понятная. В главах отражены результаты решения конкретных задач исследований, по которым представлены выводы. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Достоверность полученных результатов обеспечена применением известных методик и современного оборудования. Полученные данные сопоставимы с ранее опубликованными и не противоречат общезначимым принципам.

Практическая значимость результатов диссертации

Проведено экспериментальное исследование процессов деформирования порошка воскообразного материала, необходимое при подборе наиболее благоприятных режимов формирования пористых выплавляемых моделей для получения точного литья методом ЛВМ.

Апробация работы

Основные результаты диссертации отражены в девяти статьях, опубликованных в рецензируемых научных изданиях (из них 4 рекомендованы ВАК РФ для публикации основных научных результатов диссертаций, 5 — в изданиях, индексируемых в Web of Science, Scopus и РИНЦ), четырех патентах и докладывались на десяти научных конференциях.

Соответствие паспорту специальности

Диссертация Н.А. Богдановой полностью соответствует паспорту научной специальности 1.1.8. – Механика деформируемого твердого тела. П. 1 – Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых. П. 13 – Экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях. Диссертационная работа относится к области технических наук, так как основана на использовании преимущественно физических методов исследования материала.

Замечания и вопросы по содержанию работы

1. На стр. 37 на рисунке 2.2 представлена зависимость величины объемной усадки воскообразной модельной композиции от процентного содержания парафина и стеарина в смеси в диапазоне от 0 до 100%, которая имеет явно нелинейный тренд изменения. Однако полноценного обсуждения данного результата в работе не проведено.

2. На стр. 57 на рис. 2.9 представлены схемы однослойного расположения сферических элементов во внутренней полости пресс-матрицы. В работе не указано, каким образом в эксперименте удалось реализовать строго регулярную упаковку сферических элементов для гексагональной и тетрагональной схем?

3. На стр. 60 на рис. 2.10. приведена схема экспериментальной установки процесса экструзионного формования воскообразного порошкового материала с прямой формой крышки. Не совсем очевидна выбранная схема, поскольку использование крышки с конической формой диффузора, например, 45 градусов. позволило бы за счет более активной сдвиговой деформации как снизить рабочее давление, так и обеспечить более равномерное истечение экструдированного материала. Впрочем, это и было показано в работе далее.

4. Кривые на рис. 3.1-3.4 (стр. 67, 68, 70, 71) целесообразно было обозначить цифрами и дать их расшифровку в подписях к рисунку, а не в самом тексте к их описанию. Это также касается и ряда других рисунков, приведенных в самостоятельных главах диссертации. Кроме того, в части подписи к рисункам не дана расшифровка позиций (а), (б) и т.д. (например, рис. 4.5, стр. 104, рис. 4.6., стр. 106).

5. Рассогласование экспериментальных и расчетных данных, наблюдаемое на рис. 3.7 (стр. 78), рис. 3.8-3.9 (стр. 79), трактуемое автором как «связанное с допущениями, принятыми при расчете», по мнению рецензента требовало дальнейшего решения до достижения более удовлетворительного их согласия.

6. На стр. 87 в Таблице 3.2 приведены упругие константы парафина марки Т1 в зависимости от плотности. При этом несмотря на то, что плотность задана в определенном диапазоне изменения ее величины, для самих значений приведенных параметров не показан разброс, что затрудняет статистическую оценку приведенных данных.

7. На стр. 100 текста диссертации указано: «Таким образом, из экспериментального исследования можно сделать вывод, что на размерно-геометрическую точность пористых прессовок значительное влияние оказывает начальная упаковка компонентов, скорость деформирования и время выдержки прессовки под нагрузкой». Представляет интерес данную функциональную зависимость представить не в качественном, а в математическом выражении.

8. На стр. 122 текста диссертации сделано следующее заключение: «при моделировании процесса экструзии порошковых воскообразных материалов установлена предпочтительность использования диффузора конической формы. В таком случае происходит снижение пиковой нагрузки и уменьшение значений упругого отклика уплотненного материала». Поскольку данный результат основан на результатах моделирования, целесообразно было привести не качественную, а количественную оценку.

9. Часть защищаемых положений начинается со слов «определено», «показано», «установлено», что более типично для формулировки выводов по диссертационному исследованию, поскольку сам факт установления таких закономерностей гарантируется корректной постановкой задачи, выбором методов и средств исследований, корректной обработкой и анализом полученных данных.

Указанные вопросы и замечания носят частный характер и не ставят под сомнение выносимые на защиту положения и выводы, а также не сказываются на общем положительном впечатлении от диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Н.А. Богдановой выполнена на актуальную и востребованную в области машиностроения тему и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, посвященную решению проблемы изготовления пористых выплавляемых моделей для получения точного литья путем деформирования порошка модельного состава.

Диссертация «Напряженно-деформированное состояние прессовок из воскообразных порошковых материалов» соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении научных степеней»,

предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Н.А. Богданова достойна присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 - Механика деформируемого твердого тела.

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

Заведующий лабораторией «Механики полимерных композиционных материалов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики прочности и материаловедения им. В.Е. Панина Сибирского отделения Российской академии наук, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор

Сергей Викторович Панин

«30» 04 2026 г.



Подпись С.В. Панина заверяю
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН
кандидат физико-математических наук

Н.Ю. Матолыгина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения им. В.Е. Панина Сибирского отделения Российской академии наук

634055, г. Томск, пр-т Академический, д. 2/4

Телефон: +7 3822286904

E-mail: svp@ispms.ru