

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева»
докт. физ.-мат. наук

_____ Куркин А.А.

25 октября 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»
на диссертационную работу БОГДАНОВОЙ НИНЫ АНАТОЛЬЕВНЫ
«Исследование напряженно-деформированного состояния прессовок из воскообразных
порошковых материалов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по научной специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела

Актуальность работы

Качество заготовок деталей машин сложной геометрии, характеризующихся сочетанием различной толщины стенок и протяженности в направлении одного или нескольких измерений, получаемых методами точного литья – литья по термоудаляемым моделям, во многом определяется процессами усадки, коробления, трещинообразования моделей и формирования поверхностных дефектов при их получении прессованием из порошков воскообразных материалов. Как следствие, необходимость теоретического и экспериментального исследования и научного обоснования мер, направленных на минимизацию этих нежелательных явлений и разрешение проблемы упругого отклика средствами управления напряженно-деформированным состоянием (НДС) и, в частности, регулированием параметров уплотнения и релаксации материала прессовки, трудно переоценить.

Данный тезис подтверждается тем фактом, что работа Богдановой Н.А. выполнялась в рамках плана НИР ФГБУН ИМиМ ДВО РАН на 2018-2020, 2019-2021 и 2022 пункта 24 «Механика технологий, обеспечивающих устойчивое инновационное развитие инфраструктур и пониженной уязвимости по отношению к возможным внешним и внутренним дестабилизирующим факторам природного и техногенного характера» программы ФНИ государственных академий наук и находится на стыке двух направлений исследований:

- разработка методов и приемов обработки материалов термомеханическим воздействием и создание на такой основе технологий производства конструкционных материалов и элементов конструкций;
- совершенствование и разработка методов формообразования элементов конструкций путем получения и обработки функциональных материалов с приложением консолидированного энергетического воздействия.

Это же является весомым подтверждением востребованности результатов представленной работы.

Общая характеристика, структура и содержание работы

Диссертационная работа Богдановой Н.А. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 154 наименований и двух приложений, изложена на 149 страницах, содержит 42 рисунка и 8 таблиц. В приложениях приведены формулы двух изобретений соискательницы.

Работа соответствует паспорту заявленной научной специальности. Содержание автореферата соответствует диссертации.

Во «Введении» автором сформулированы основные достоинства и недостатки литья по выплавляемым моделям (ЛВМ), одного из наиболее распространенных в отечественном литейном производстве и входящих в группу способов точного литья по термоудаляемым моделям. В контексте работ своего научного руководителя С.Г. Жилина в качестве наиболее эффективного варианта комплексного решения проблемы минимизации литейных дефектов, повышения экологичности производства и снижения финансовых издержек, находящейся в центре внимания многих исследователей ЛВМ соискательницей выделяется использование пористых выплавляемых моделей, которые получают прессованием порошков модельных композиций без внешних источников тепла, при котором в пресс-форму засыпают порошок модельной композиции и далее уплотнение порошкового тела для придания ему необходимой формы и размеров происходит под давлением пуансона за счет деформирования и оплавления частиц порошкового тела в зонах контакта друг с другом и стенками пресс-формы. Отмечается, что такая технология изготовления пористых выплавляемых моделей позволяет получить биметаллические отливки сложной пространственной конфигурации. Представлены актуальность исследования, обозначены цель и задачи, положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе автором проведен аналитический обзор открытых информационных источников по теме работы. Рассматриваются вопросы обеспечения повышенной размерной и геометрической точности литой заготовки деталей машин и, в частности, влияния на нее способа изготовления термоудаляемой модели, а также прогнозирования конечных свойств прессовки из порошкового материала, формируемой без внешних источников тепла.

Во второй главе посвящена детальному описанию методологического инструментария работы, выбора материалов и оборудования для проведения комплекса натурных экспериментов и физического моделирования, а также технического и программного обеспечения компьютерного моделирования процессов. Здесь же представлена программа экспериментов.

В третьей главе представлено обсуждение массива полученных экспериментальных данных и рассматриваются особенности НДС тонкостенных прессовок из парафина марки Т1 при уплотнении в закрытой пресс-матрице.

Четвертая глава посвящена особенностям формирования НДС протяженных элементов прессовок из порошка Т1 при его экструзии из цилиндрического диффузора.

Положения и выводы «Заключения» в целом соответствуют задачам исследования, сформулированным автором в начале работы.

В заключительной части работы определены перспективы дальнейшей разработки темы.

Научная новизна

Научную новизну работы определяют следующие результаты теоретических и экспериментальных исследований, полученные автором:

- определен модуль Юнга для литого состояния воскообразного материала марки Т1, требующийся для корректного задания условий при компьютерном моделировании процесса уплотнения;
- определено влияние скорости деформирования и начальной упаковки порошковых материалов на НДС прессовки, формируемой в закрытой пресс-матрице в условиях одноосного уплотнения;
- скорректирована формула аппроксимации экспериментальных данных Ждановича Г.Н. для построения кривой плотности прессовок из порошков воскообразных материалов от давления, возникающего при уплотнении;
- определено влияние времени выдержки под нагрузкой, фракции воскообразного порошкового материала и пористости на формирование остаточных напряжений и геометрию прессовки;
- определена возможность применения метода конечных элементов для прогнозирования параметров НДС длинномерной прессовки, формируемой из воскообразного порошкового материала в ходе его одноосного уплотнения;
- определено влияние скорости деформирования и соотношения площадей поперечного сечения цилиндрической пресс-формы и диффузора на геометрию длинномерных элементов прессовок из воскообразного материала, моделирующих процессы формирования тонкостенных элементов выплавляемых моделей биметаллических отливок.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки

В своей совокупности результаты, полученные автором работы, характеризуются как значимые для развития механики деформируемых твердых тел со сложной структурой, в частности, теории и практики исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения прессовок из воскообразных порошковых композиций в условиях внешних воздействий.

Практическая значимость

Соискательницей предложены регулировочные параметры уплотнения и релаксации материала прессовки из порошков воскообразного материала, применяемого для получения пористых термоудаляемых моделей точного литья заготовок деталей машин сложной геометрии, обеспечивающие минимизацию дефектов, обусловленных процессами усадки, коробления моделей и образования поверхностных дефектов.

Достоверность полученных результатов

Проведенная оценка достоверности результатов исследования показала следующее:

- результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана их воспроизводимость в различных условиях;
- теория построена на известных, проверяемых данных, фактах и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

- идея работы базируется на анализе практики и обобщении передового опыта в России и за рубежом;
- в работе использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;
- установлено качественное и количественное совпадение результатов диссертации с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;
- в работе использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов наблюдения и единиц измерения.

Подтверждение апробации и опубликования основных результатов исследования

Результаты исследований представлялись автором на четырех профильных научных конференциях, семинарах и симпозиумах различного, в том числе и международного, уровня. Соискательница в соавторстве имеет 13 опубликованных работ по теме диссертации, из которых четыре в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, три в изданиях, индексированных в международных реферативных базах данных Web of Science и Scopus, и два патента на изобретения. Научные работы относятся к области заявленной научной специальности. Недостоверные сведения о работах, опубликованных соискательницей, отсутствуют. Объем авторского вклада в научные издания существенен.

Личный вклад автора в работу

Заявленный автором личный вклад в диссертационную работу не вызывает сомнений.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты работы и выводы, приведенные в тексте диссертации, могут быть рекомендованы к использованию в технической подготовке производства точных литых заготовок деталей машин ответственного назначения, в частности, практике разработки технологических режимов изготовления термоудаляемых моделей сложной геометрии прессованием из порошков воскообразных материалов типа парафина, стеарина, церезина и полимерных композиций.

Замечания по диссертационной работе

Несмотря на общую положительную оценку работы Богдановой Н.А., по ней имеется ряд замечаний и вопросов.

1. В тексте диссертации отсутствуют ссылки на публикации и защищенные технические решения исследователей заявленной проблемы, представляющих ведущую организацию по данной работе – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева.
2. Автором не сформулированы такие ключевые характеристики работы, как объект и предмет исследования, не представлена рабочая гипотеза. Среди задач исследования нет ни одной, ориентированной на применение разработок в практике и оценку ожидаемых эффектов от такого применения, хотя автор изначально позиционирует свою работу как решающую ряд проблем действующего производства.
3. Давая общую характеристику работы в диссертации и автореферате, автор четко не формулирует отличия полученных им результатов от результатов исследований предшественников.

4. В тексте работы не указано, каким именно пунктам паспорта заявленной научной специальности она соответствует, по мнению соискательницы.
5. Выбор парафина марки Т1 в качестве модельного материала для экспериментальных исследований представляется некорректным, поскольку в действующем производстве в качестве материала термоудаляемых моделей применяют не однокомпонентные вещества, а многокомпонентные композиции, включающие в себя помимо парафина, например, стеарин, церезин и другие компоненты и добавки.
6. Из текста диссертации не понятно, каким образом при исследовании НДС прессовок автор учитывает явление оплавления частиц порошкового тела в зонах контакта друг с другом и стенками пресс-формы под давлением пуансона при формировании прессовки и фактическое поведение воскообразного материала как неньютоновской жидкости, характеризующейся особой реологией.
7. Насколько корректно использовать термин «упругий отклик» применительно к прессовкам, изготовленным из порошка воскообразного материала, проявляющего высокие пластичность и текучесть при прессовании?
8. На экспериментальных кривых, иллюстрирующих изменения НДС материала, представленных автором в третьей и четвертой главах работы, не указаны экспериментальные точки и соответствующие доверительные интервалы.
9. Несмотря на попытку автора придать диссертации практико ориентированный характер, обозначенную в разделе «Актуальность работы», в ней отсутствуют конкретные рекомендации по режимам уплотнения и релаксации материала прессовки из порошков воскообразного материала, применяемого для получения пористых термоудаляемых моделей точного литья заготовок деталей машин сложной геометрии, обеспечивающим минимизацию дефектов, обусловленных процессами усадки, коробления моделей и образования поверхностных дефектов.
10. Работу бы существенно улучшила оценка ожидаемых технического и экономического эффектов при внедрении разработок автора в производство, выполненная на примере конкретной литой заготовки, получаемой методом ЛВМ.

Заключение

Высказанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают значимость полученных результатов.

Диссертация Богдановой Н.А. выполнена на высоком уровне, является самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи исследования напряженно-деформированного состояния прессовок из воскообразных порошковых материалов, имеющей значение для развития механики деформируемых твердых тел со сложной структурой, в частности, теории и практики исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения прессовок из воскообразных порошковых композиций в условиях внешних воздействий, которое закладывает основу для совершенствования технической подготовки производства точных литых заготовок деталей машин ответственного назначения, в частности, практики разработки технологических режимов изготовления термоудаляемых моделей сложной геометрии прессованием из порошков воскообразных материалов.

Диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842,

в действующей редакции, а ее автор Богданова Нина Анатольевна заслуживает присуждения ей искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 - Механика деформируемого твёрдого тела.

Результаты обсуждения работы в подразделении ведущей организации

Работа обсуждалась на открытом научном семинаре кафедры «Металлургические технологии и оборудование» Института физико-химических технологий и материаловедения НГТУ им. Р.Е. Алексеева и получила положительную оценку.

В семинаре принимало участие 17 чел. Результаты голосования: «ЗА» - 17 чел.; «ПРОТИВ» - нет; «»ВОЗДЕРЖАЛСЯ» - нет (протокол №4 от 24.10.2023).

Заведующий кафедрой
«Металлургические технологии и
оборудование» Института физико-
химических технологий и
материаловедения
НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
д.т.н., профессор

Леушин Игорь Олегович

Полное наименование организации:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Сокращённые наименования организации:

НГТУ, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Почтовый адрес организации:

Российская Федерация, 603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24

Электронный адрес организации:

nntu@nntu.ru

Телефоны:

+7(831)436-23-25 (ректорат)

+7(831)436-63-07 («Отдел делопроизводства и документооборота»)

+7(831)436-43-95 (кафедра «Металлургические технологии и оборудование»)