

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.2.316.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 04 июня 2026 года № 5

О присуждении Богдановой Нине Анатольевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Напряженно-деформированное состояние прессовок из воскообразных порошковых материалов» по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела принята к защите 03 апреля 2026 г., протокол № 4, диссертационным советом 24.2.316.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (ФГБОУ ВО КнАГУ), 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27, приказ Минобрнауки России от 24 июня 2016 г. № 787/нк.

Соискатель Богданова Нина Анатольевна, 1988 года рождения, в 2011 г. окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет" с присуждением степени магистра техники и технологии по направлению "Прикладная механика". В 2018 году окончила очную аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук. Работает в штатной должности младшего научного сотрудника Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Диссертация «Напряженно-деформированное состояние прессовок из воскообразных порошковых материалов» выполнена в лаборатории проблем создания и обработки материалов и изделий Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – Жилин Сергей Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института машиноведения и металлургии ДВО РАН ФГБУН Хабаровского Федерального исследовательского центра ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре.

Официальные оппоненты:

Панин Сергей Викторович, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией механики полимерных композиционных материалов, ФГБУН «Институт физики прочности и материаловедения им. В.Е. Панина» СО РАН, г. Томск

Григорьев Ян Юрьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, и.о. ректора, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре.

Дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем машиноведения» Российской Академии наук (ИПМаш РАН), г. Санкт-Петербург – в своём положительном заключении, подписанном Петровым Юрием Викторовичем, академиком РАН, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником, заведующим лабораторией экстремальных состояний материалов и конструкций; Селютиной Ниной Сергеевной, доктором физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории экстремальных состояний материалов и конструкций и утвержденном доктором технических наук, директором Института проблем машиноведения РАН Полянским Владимиром Анатольевичем, указала, что диссертация Богдановой Н.А. соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой. Новые результаты имеют существенное теоретическое и практическое значение, а ее автор Богданова Нина Анатольевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела».

По теме диссертации опубликовано 23 печатных работы, 8 из которых изданы в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК и международные системы цитирования Web of Science и Scopus, 10 в сборниках трудов и материалах конференций регионального, всероссийского и международного уровня, получены 4 патента РФ

Наиболее значимые работы:

1. Влияние упругого отклика на размерно-геометрические характеристики протяженной прессовки, полученной из воскообразного материала мундштучным выдавливанием // С.Г. Жилин, О.Н. Комаров, А.А. Соснин, Н.А. Богданова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2018. – Т. 20. № 2. – С. 27-34. – DOI 10.15593/2224-9877/2018.2.04

2. Экспериментальное моделирование технологических этапов процесса формирования биметаллической отливки высокой размерно-геометрической точности / Е.Е. Абашкин, Н.А. Богданова, С.Г. Жилин, О.Н. Комаров, В.В. Предеин // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2020. – № 4 (46). – С. 25-35. – DOI 10.37972/chgru.2020.14.82.032

3. Перспективы метода получения удаляемых моделей прессованием воскообразных материалов в поле действия центробежных сил / С.Г. Жилин, Н.А. Богданова, С.В. Фирсов, О.Н. Комаров // *Металлург*. 2023. № 6. С. 75-84. – DOI 10.52351/00260827_2023_06_75
Prospects of obtaining removable models by pressing wax-like materials under the influence of centrifugal forces / S.G. Zhilin, N.A. Bogdanova, S.V. Firsov, O.N. Komarov // *Metallurgist*. – 2023. Vol. 67. – No. 5-6. – С. 814-825. – DOI: 10.1007/s11015-023-01567-4

4. Идентификация кэп-модели упругопластичности некомпактных сред в условиях сжимающего среднего напряжения / А.А. Адамов, И.Э. Келлер, С.Г. Жилин, Н.А. Богданова // *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела*. – 2024. – № 4. – С. 55-75.

Identification of the cap model of elastoplasticity of non-compact media under compressive mean stress / Adamov A.A., Keller I.E., Zhilin S.G., Bogdanova N.A. // *Mechanics of Solids*. – 2024. – Vol. 59. – No 4. – P. 1868-1880. – DOI 10.31857/S1026351924040046

5. Пат. 2696118 РФ, МПК В22С 9/04. Способ получения биметаллической отливки / Богданова Н. А., Жилин С. Г., Комаров О. Н.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук. – заявл. 21.11.2018; опубл. 31.07.2019 Бюл. № 22.

6. Пат. 2768661 РФ, МПК В22С 7/02, В22D 13/00. Способ получения выплавляемой модели / Жилин С.Г., Богданова Н.А., Комаров О.Н.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Хабаровский федеральный

исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук. – заявл. 23.11.2021; опубл. 24.03.2022 Бюл. № 9.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв на диссертацию ведущей организации (ФГБУН ИПМаш РАН) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем машиноведения» Российской Академии наук, г. Санкт-Петербург имеет замечания и вопросы:

1. Рисунки 2.5 и 2.6 (стр.47-48) – схемы прессования в поле действия центробежных сил. В тексте не указаны все обозначения на рисунках (Z , z_0 , R , ω , направление действия сил). Нет пояснения, почему на рис.2.6 добавлена присоединенная масса и как именно она взаимодействует с порошком.
2. Рисунок 2.7 (стр.53) – «Оснастка для испытаний на свободное (а) и стесненное (б) сжатие». В тексте отсутствует описание конструкции оснастки, материалов, из которых она изготовлена, способа фиксации образца. Не указано, что именно видно на фотографиях.
3. Рисунок 4.7 (стр.107) – зависимости температуры материала в зоне контакта от скорости экструзии. В тексте указано, что температура плавления не достигается, но не пояснено: 1) почему для фракции 2,5 мм температура растет быстрее; 2) как именно измерялась температура (термопара показана на рис. 2.11, но нет данных о погрешности); 3) что произойдет при дальнейшем увеличении скорости (до 50 мм/с и выше).

2. Отзыв на диссертацию официального оппонента Панина С.В. имеет вопросы и замечания по работе:

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.

3. Отзыв на диссертацию официального оппонента Григорьева Я.Ю. имеет вопросы и замечания по работе:

1. В диссертационной работе, не достаточно описано, каким образом происходит регулирование значений пористости прессовок при уплотнении порошковых тел в поле действия центробежных сил.

2. В подрисуночной информации к рис.3.14 указано, что кривые деформирования при стесненном сжатии, характерные для эксперимента и аппроксимации, выполнены синим и красным цветами соответственно. Однако на монохромном изображении не представляется возможным определить их расположение. Удобнее было бы использовать пунктирные и сплошные линии. Подобное этому замечание можно сделать и по данным, представленным на рис.3.15.

3. В работе нарушено единство размерности таких параметров как линейные размеры (м, мм) и плотности (кг/м^3 и г/см^3).

4. На автореферат диссертации получен отзыв Радченко Владимира Павловича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Прикладная математика и информатика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет». Отзыв положительный, имеет замечания:

1. Поскольку используется, в том числе и биметаллические материалы, то возникает вопрос: релаксация напряжений связана с реологическими свойствами материала, о которой речи в автореферате не идет. Какой же механизм в материале «отвечает» за релаксацию напряжений?

2. Во второй главе рассматривается идентификация двухпараметрической нелинейной модели. Не смотря на простоту системы из получаемых двух линейных уравнений вследствие применения МНК, вопрос единственности определения параметров τ и k остается открытым.

5. На автореферат диссертации получен отзыв Мыльников Владимира Викторовича, доктора физико-математических наук, доцента, профессора кафедры «Технологии строительства», заведующего лабораторией прочности и пластичности функциональных материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (ФГАОУ ВО ННГАСУ). Отзыв положительный, имеет замечания: при построении зависимостей и графиков в черно-белом формате для удобства восприятия предпочтительнее использовать нумерацию аппроксимирующих линий, а не выделение их серым и черным.

6. На автореферат диссертации получен отзыв Любимовой Ольги Николаевны, доктора физико-математических наук, профессора, профессора Департамента математики

института математики и компьютерных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный Федеральный университет». Отзыв положительный, имеет замечания:

1. Из текста не до конца ясно, учитывалось ли влияние температуры окружающей среды при проведении длительных экспериментов по релаксации (особенно для парафина T1, чувствительного к тепловым воздействиям).
2. В выводах (п.7) указана максимально возможная пористость 5 %, т.е. фактически минимальная из рассматриваемого диапазона, для длинномерных прессованных элементов, однако в других разделах работы рассматривается диапазон пористости до 12%. Было бы полезно пояснить причину такого ограничения.

7. На автореферат диссертации получен отзыв Пячина Сергея Анатольевича, доктора физико-математических наук, и.о. заведующего кафедрой «Физика, химия и нефтегазовые технологии» Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» Отзыв положительный, имеет замечания:

1. В таблице 1 представлены данные по изменению напряжений в зависимости от деформации материала. В ней указаны варианты размещения элементов в пресс-матрице, обозначенные буквами а,б,в,г,д, но нет пояснения, в чем отличие этих размещений.
2. В таблице 2 значения пиковой нагрузки по порядку несколько десятков килоньютонеров указаны с точностью до второго знака после запятой. Действительно ли достигается такая высокая точность с учетом погрешности измерения? Насколько это существенно для проведения сравнительного анализа.

8. На автореферат диссертации получен отзыв Физулакова Романа Анатольевича, кандидата технических наук, доцента, ведущего инженера филиала Публичного акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация» - Комсомольский-на-Амуре авиационный завод им. Ю.А. Гагарина. Отзыв положительный, замечания отсутствуют.

9. На автореферат диссертации получен отзыв Лисовенко Дмитрия Сергеевича, члена-корреспондента РАН, доктора физико-математических наук, заведующего лабораторией механики новых материалов и технологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук и Мурашкина Евгения Валерьевича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории механики новых материалов и технологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук. Отзыв положительный имеет замечания и вопросы:

1. Не ясно, почему для графического построения кривых в качестве опорной расчетной зависимости выбрана именно формула Ждановича Г.Н.?

2. Как используется показатель пропорциональности при прогнозировании прочности прессовок?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются компетентными специалистами в исследуемой области, а ведущая организация широко известна достижениями работающих в ней специалистов в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

определено влияние предустановленных значений пористости прессовок, фракции и скорости деформирования порошковых материалов на напряженно-деформированное состояние прессовок, формируемых одноосным стесненным сжатием;

экспериментально установлено время выдержки прессовок в нагруженном состоянии для релаксации напряжений в них при прессовании в зависимости от фракции порошкового материала и предустановленных значений пористости;

установлена степень снижения угловой скорости вращения уплотняемой системы, состоящей из порошковых воскообразных материалов, за счет присоединенной массы для достижения необходимой пористости образцов;

определено влияние начальной упаковки воскообразных материалов, выполненных в виде сферических элементов, имитирующих частицы порошков, на напряженно-деформированное состояние процесса формирования воскообразной поверхности, получаемой одноосным стесненным сжатием;

экспериментально определено влияние соотношения площадей поперечного сечения цилиндрической пресс-матрицы и диффузора, скорости экструзии и формы диффузора при деформировании воскообразных порошков на значения плотности и упругого отклика материала длинномерных прессовок, моделирующих тонкостенные элементы выплавляемых моделей биметаллических отливок.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

показана возможность применения широко известных формул аппроксимации экспериментальных данных процесса прессования порошковых материалов применительно к воскообразным порошковым материалам, в частности к парафину марки Т1;

выяснено положительное влияние использования присоединенной массы для снижения скорости вращения пресс-матрицы при уплотнении порошка воскообразного материала в поле действия центробежных сил;

установлено влияние начальной упаковки частиц порошкового тела на величину напряжений в процессе уплотнения воскообразного порошкового материала в условиях стесненного сжатия.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы фундаментальные подходы механики деформируемого твердого тела; теории пластичности, применительно к порошковым средам для описания уплотнения воскообразных материалов

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

установлены режимы формирования прессовок из порошков воскообразного материала, применяемого для получения пористых выплавляемых моделей (в том числе выплавляемых моделей биметаллических отливок) повышенной размерной и геометрической точности и/или их элементов, не имеющих дефектов, образующихся в результате теплофизических процессов в материалах.

определено совокупное влияние фракции порошка воскообразного материала, скорости деформирования и значений пористости получаемых прессовок на напряженно-деформированное состояние процесса стесненного сжатия такого рода материалов;

установлено технологически обоснованное время выдержки образцов из воскообразного порошкового материала под нагрузкой для релаксации внутренних напряжений, и следовательно минимизации упругого последействия материала;

определено влияние скорости деформирования на уплотнение прессовок, имитирующих слой воскообразного порошкового материала на каркасе-основе;

установлена взаимосвязь между напряжениями, возникающими при уплотнении прессовки из воскообразных порошков и значениями прочности при сжатии таких прессовок.

подтверждено положительное влияние конической формы диффузора на экструзионное формование бездефектных длинномерных элементов из порошка воскообразного материала;

Оценка достоверности результатов выявила:

теория базируется на классических подходах механики, физики и материаловедения, известных и широко применимых передовых достижениях науки, результаты расчетов не противоречат современным научным представлениям;

идея базируется на формировании конгломерата из порошковых воскообразных сред путем их уплотнения стесненным сжатием без теплофизического воздействия, в том числе напрессовкой на металлический каркас-основу, с образованием требуемой конфигурации поверхности;

для экспериментальных исследований использовалось современное высокоточное оборудование и измерительные приборы;

используются современные методики сбора и обработки экспериментальных данных, обеспечивающие достоверность и воспроизводимость результатов исследований;

Личный вклад соискателя состоит в обосновании целей и задач, выборе материалов и методик, проведении экспериментов, обработке и описании экспериментальных результатов, составивших предмет диссертации. С соавторами публикаций (С.Г. Жилин, О.Н. Комаров, И.Э. Келлер), принявшими участие в выборе темы, обсуждены и согласованы полученные результаты.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Богданова Н.А. ответила на заданные ей в ходе заседания вопросы, к замечаниям привела собственную аргументацию, частично согласилась с некоторыми из них.

Заключение:

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 04 июня 2026 г. диссертационный совет 24.2.316.03 принял решение присудить Богдановой Нине Анатольевне учёную степень кандидата технических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела за установление экспериментально обоснованных закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния воскообразного порошкового материала в процессах его уплотнения в зависимости от способа формоизменения, предустановленных значений пористости и скорости деформирования материала, имеющие существенное значение для повышения качества изделий, полученных методом литья.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 4 доктора наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших

в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введено на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0.

Председатель диссертационного совета

Бормотин Константин Сергеевич

Ученый секретарь диссертационного совета

Григорьева Анна Леонидовна

04 июня 2026

