

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Степановой Татьяны Викторовны «Литейная форма из керамических стержней для стальных отливок нефтегазового комплекса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3. Литейное производство

1. Общая характеристика работы

На отзыв представлена диссертационная работа, которая изложена на 173 страницах, включает 96 рисунков, 73 таблицы и 4 приложения, состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографического списка из 85 наименований, а также автореферат объемом 1 усл. печ. лист, изданный на правах рукописи. Автореферат отражает содержание диссертации. Результаты работы достаточно полно представлены в 4 публикациях, включая 2 публикации, входящие в перечень ВАК РФ и 2 публикации в изданиях, входящих в наукометрическую базу Scopus, получено 2 патента РФ на изобретение, а также апробированы на 5 Международных и Всероссийских конференциях.

2. Актуальность работы

В настоящее время развитие машиностроительной, металлургической, нефтегазовой и энергетической отраслей промышленности требует большого количества крупногабаритных сложнопрофильных тонкостенных литых заготовок, конструкция и требования к качеству которых постоянно повышаются. Одним из способов получения таких отливок является литье в объемные наливные керамические формы (Шоу-процесс). Однако такая технология не всегда обеспечивает достаточный уровень физико-механических свойств форм и стержней при получении крупногабаритных сложнопрофильных отливок. Изготовление наливных керамических форм и стержней представляет собой совокупность большого количества сложных и недостаточно изученных процессов. Кроме того, Шоу-процесс предусматривает использование дорогостоящих формовочных материалов зарубежного производства, которые в существующей геополитической обстановке становятся недоступными. В связи с этим возникает необходимость замещения дефицитных импортных формовочных материалов на доступные отечественные с меньшей стоимостью. Применение новых материалов требует корректировки существующих, либо

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА	
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»	
за №	
Дата регистрации	26.05.2025
Фамилия регистратора	

разработке новых технологий получения керамических форм и стержней. В связи с этим, диссертационная работа Степановой Т.В., посвященная разработке рационального состава керамических суспензий и технологических режимов процесса гелеобразования и прокалки при изготовлении наливных керамических форм и стержней для крупногабаритных сложнопрофильных отливок для нефтегазового оборудования, обеспечивающих высокую геометрическую точность и низкую шероховатость поверхности отливок, а также отсутствие дефектов в отливках, является актуальной.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

На основе анализа литературных источников и существующих технологий производства сложнопрофильных отливок для нефтегазового комплекса сделан вывод, что наиболее проблемным этапом технологического процесса является получение керамической суспензии и наливных стержней из этой суспензии. При этом по мере увеличения габаритов и массы отливок повышаются требования к прочности и термостойкости стержней при одновременном сохранении высоких требований к качеству их поверхности. Достигнуть повышения прочности стержней можно за счет разработки рационального фракционного состава огнеупорного наполнителя суспензии. Обеспечить высокую геометрическую точность керамических форм и стержней в процессе их сборки и прокалки возможно за счет применения в качестве наполнителя материалов с минимальным коэффициентом термического линейного расширения. В связи с этим автором обоснованно сформулирована цель диссертационной работы, заключающаяся в разработке технологии изготовления литейных форм из керамических наливных стержней для стальных отливок нефтегазового комплекса, обеспечивающей высокую геометрическую точность, требуемые физико-механические свойства и низкую шероховатость поверхности отливок. Для достижения этой цели выполнен анализ процесса гидролиза этилсиликата ЭТС-40 для установления рационального времени гелеобразования, проведен анализ структуры и свойств различных огнеупорных наполнителей, а также структуры и свойств керамических смесей на их основе, изучена зависимость прочности и качества керамических стержней от фракционного и фазового состава наполнителя. На основании результатов

проведенных исследований предложены и обоснованы составы стержневых смесей, а также технологические режимы их получения, обеспечивающие производство качественных отливок.

Автором на основании полученных экспериментальных данных выведены регрессионные зависимости времени огеливания и гелеобразования от параметров гидролизованного раствора этилсиликата, позволившие определить рациональный состав этилсиликатного связующего. Предложенный состав позволяет обеспечить время нахождения литейного стержня в пластичном состоянии достаточное для качественного извлечения технологической оснастки без разрушения стержня.

Диссертантом взамен импортного огнеупорного наполнителя суспензии Kerfalite предложено использовать муллитизированный зернистый материал марки ШК-42, который обеспечивает сочетание высокой прочности, геометрической точности, минимальной склонности к образованию трещин и высокого качества поверхности получаемых стержней. При этом установлено, что рациональное содержание мелкой фракции наполнителя должно составлять 52...55 мас. %. Методом рентгенофазового анализа установлено, что фазовый состав керамических стержней в основном представлен муллитом (71,8%), который не претерпевает полиморфных превращений в процессе прокали стержней, за счет чего обеспечивается низкий коэффициент термического линейного расширения керамики ($5,1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$) и высокая геометрическая точность отливок.

Результаты выполненного диссертантом исследования позволили сформулировать ряд научных положений, выводов и рекомендаций для решения актуальной задачи в области литейного производства, а именно разработать научно обоснованную технологию получения крупногабаритных сложнопрофильных стальных отливок в формах из наливных стержней для нефтегазового комплекса, реализация которой позволяет снизить себестоимость отливок. Сформулированные в работе научные положения, выводы и рекомендации обоснованы и полностью соответствуют названию, цели и задачам диссертационного исследования. Предлагаемые диссертантом технологические решения прошли успешную промышленную апробацию и приняты к внедрению на производстве.

4. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность сформулированных в диссертационной работе положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений и подтверждается корректной постановкой задач исследования, большим объемом экспериментальных данных, полученных с использованием современного научного оборудования и аттестованных методик исследования. Полученные в диссертации результаты обладают высокой воспроизводимостью, представленные теоретические данные согласуются с практическими результатами. Новизна предлагаемых технических и технологических решений подтверждается результатами успешных промышленных испытаний и внедрением в условиях цеха стального литья ООО «БВК» (г. Челябинск). При этом за счет применения муллитизированных материалов отечественного производства и предлагаемой технологии достигается снижение прямых затрат на изготовление литейной формы для получения отливки «Колесо рабочее» из стали марки 20ГЛ на 63,2%, а полной цеховой себестоимости на 14%. На способ изготовления керамических форм и стержней по постоянным моделям получено 2 патента на изобретение.

Автором диссертации получен ряд положений, обладающих новизной. Получены математические зависимости времени огеливания и гелеобразования от параметров подготовки этилсиликатного связующего (отношения мольных долей воды и этоксильных групп, условного содержания SiO_2 , содержания катализатора гелеобразования), позволившие определить рациональные параметры связующего, обеспечивающие необходимое время гелеобразования в огнеупорной суспензии. С использованием растровой электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, дериватографии и дилатометрии установлены закономерности формирования структуры наливных керамических стержней с высокими физико-механическими свойствами и определена рациональная температура прокали стержней. Выведены математические зависимости свойств огнеупорных суспензий и керамических стержней от состава суспензий, позволившие определить рациональный состав огнеупорной суспензии.

5. Вопросы и замечания по работе

1. Требуется пояснить, на основании чего выбирали опытные рецептуры огнеупорных наполнителей по количеству мелкой, средней и крупной фракции (таблица 3.14)?

2. Как повлияет замена части мелкой фракции КДСП на мелкую фракцию плавленного кварца или муллитизированного материала на свойства стержней?

3. Неясно, с какой целью в диссертации приводятся снимки зерен муллитизированного материала ШК-42 (рис. 3.13)?

4. Неясно, по какому принципу выбирали значения варьируемых факторов в экспериментах по изучению влияния муллитизированного материала на свойства суспензии и керамических стержней (табл. 3.18)?

5. Как повлияет изменение распределения размеров зерен муллитизированного наполнителя в мелкой, средней и крупной фракции на свойства огнеупорной суспензии и керамических стержней?

6. Проводилось ли исследование склонности керамики к образованию трещин и качества поверхности образцов с разными вариантами ввода пеногасителя в суспензию?

7. Проводилось ли сравнение коэффициента термического линейного расширения керамических образцов с отечественным муллитсодержащим наполнителем и с наполнителем Kerfalite?

6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

Указанные замечания не снижают теоретическую и практическую значимость диссертационной работы Степановой Т.В., выполненной на актуальную тему.

Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, направленной на решение задачи разработки состава стержневой смеси и технологии получения наливных литейных стержней для изготовления качественных сложнопрофильных стальных отливок ответственного назначения с использованием отечественных муллитизированных материалов, что вносит существенный вклад в развитие литейной отрасли промышленности Российской Федерации. Результаты работы

прошли промышленное апробирование и приняты к внедрению в условиях литейного производства ООО «БВК» (г. Челябинск).

Диссертационная работа и автореферат находятся в полном соответствии и по содержанию отвечают паспорту специальности 2.6.3. Литейное производство. Опубликованные работы, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК, и автореферат достаточно полно отражают содержание диссертации.

В целом представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Степанова Татьяна Викторовна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3. Литейное производство.

Официальный оппонент,
доктор технических наук
(05.16.04 – Литейное производство),
доцент, заведующий кафедрой
«Литейное производство и
упрочняющие технологии»



Сулицин
Андрей Владимирович

22.05.2025 г.

Я, Сулицин Андрей Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Степановой Татьяны Викторовны, и их дальнейшую обработку



ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.



620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Тел. (343) 375-44-76. E-mail: kafedralp@mail.ru