



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

ЮУрГУ

Проспект Ленина, 76, Челябинск, Россия 454080, тел./факс (351)267-99-00, e-mail: info@susu.ru, www.susu.ru
ОКПО 02066724, ОГРН 1027403857568, ИНН/КПП 7453019764/745301001

№ _____
На № _____ от _____



Утверждаю:

Проректор по научной работе
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»,
доктор технических наук
Коржов А.В.

17.XI.2021

Отзыв

ведущей организации ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» на диссертационную работу Качалова Алексея Юрьевича «Исследование процесса формирования крупногабаритных титановых отливок для летательных аппаратов в графитовых литейных формах и разработка безмодельной технологии их изготовления», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

В экспертный совет НИТУ «МИСиС» по специальностям 05.16.07 – «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов», 05.16.04 – «Литейное производство», 05.16.02 – «Металлургия черных и цветных металлов».

Актуальность работы

Повышение надежности и эффективности авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) является важной государственной задачей. В стране реализуется правительственные Программы по созданию двигателей 5 и 6 поколений. В конструкциях ГТД значительное количество занимают литые детали из титановых сплавов: лопатки компрессоров, корпуса редукторов, цилиндры, турбинки, фитинги, соединительные корпуса и т.д.

С увеличением габаритов и массы отдельных отливок возникают определенные трудности в изготовлении литейных форм и реализации технологического процесса литья в целом. В ряде случаев потребуются использование нового специального оборудования для процессов формообразования по выплавляемым моделям, что, в свою очередь, приведёт к увеличению сроков освоения и выпуска отливок и изделий.

0.136

С этих позиций представленная работа, нацеленная на разработку технологии изготовления крупногабаритных отливок ответственного назначения из титановых сплавов для ГТД в графитовые литейные формы, изготавливаемые безмодельным способом, представляется актуальной. Работа выполнялась в рамках Постановления Правительства РФ №218.

Оценка структуры и содержания диссертации

Работа изложена на 144 страницах машинописного текста, состоит из 5 глав, включает 69 рисунков, 18 таблиц и 2 приложения. Список литературы состоит из 108 наименований.

Автореферат отражает содержание диссертации, результаты которой достаточно полно освещены в научной печати.

Во введении объективно подтверждена актуальность темы исследований, указаны цели и задачи работы, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, представлена апробация работы и список публикаций автора.

В первой главе представлены сведения в виде литературного обзора по литью фасонных отливок из титановых сплавов с применением различных формовочных материалов и способов изготовления форм.

Сделаны предположения о возможности использования для изготовления крупногабаритных тонкостенных отливок графитовых форм, полученных механической обработкой графитовых блоков. Проанализированы различные марки графита. Рассмотрены свойства сплава ВТ20Л, показана необходимость определения коэффициента теплопередачи в системе металл-форма для корректного моделирования процесса литья.

Также рассмотрены общие вопросы взаимодействия в системе металл-форма с позиции образования альфированного слоя на отливках, формирования шероховатости литой поверхности и размерной точности заготовок в соответствии с ГОСТ Р53464-2009.

По результатам обзора сделано заключение.

Во второй главе представлены свойства графитовых материалов, рекомендуемых к использованию, методики исследований и применяемое научное и технологическое оборудование для оценки коэффициента теплопроводности в системе металл-форма (графит марки ГМЗ), шероховатости поверхности форм в зависимости от инструмента и режимов резания графитовых блоков марки ГМЗ, наличия альфированного слоя на отливках, их размерной точности и механических свойств литого сплава, его жидкотекучести.

Приведены данные по разработанным клеям, их составу и режимам тепловой обработки.

В третьей главе приведены данные по моделированию процесса литья и разработке промышленной технологии изготовления отливок из сплава ВТ20Л в графитовых формах.

С использованием программы ProCast получены уточнённые результаты по теплопроводности, плотности, изменению энтальпии сплава и

графита в зависимости от температуры, а также определены коэффициенты теплопередачи в системе металл-форма при разных температурах с учетом экспериментальных данных.

Представлены также результаты по жидкотекучести сплава ВТ20Л в формах из стали и графита, по свойствам клеевых составов и клеевых соединений.

Полученные данные стали основой для моделирования процесса литья, разработки конструкции литейной формы и технологии изготовления отливок в целом.

В четвёртой главе представлены результаты опытных испытаний производства отливок и исследований взаимодействия в системе металл-форма в процессе кристаллизации и затвердевание залитого сплава. Получены данные по шероховатостям поверхностей формы после заливки металла, показано отсутствие окисленного альфированного слоя на отливке, а также представлены данные по химсоставу и структуре сплава ВТ20Л, залитого в графитовые формы.

В пятой главе приведены результаты по оценке размерной точности опытных отливок «Втулка» и «Стойка», полученных в графитовых формах по разработанной безмодельной технологии их изготовления. Установлено, что размерная точность полученных отливок соответствует классу 6 по ГОСТ Р53464-2009.

Научную новизну диссертационной работы определяют следующие результаты исследований, полученные соискателем:

- значения затруднённой литейной усадки сплава ВТ20Л при литье в графитовые формы, полученные мехобработкой блоков графита;
- результаты оценки зависимости коэффициента теплопередачи от температуры в системе металл-форма;
- данные, подтверждающие отсутствие на поверхности отливок окисленного альфированного слоя;
- установленная взаимосвязь шероховатости рабочей поверхности формы и отливки.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается правильной постановкой задач исследований, значительным объемом экспериментальных исследований, выполненных с использованием современного сертифицированного научного оборудования и методик.

Практическая значимость выполненной работы заключается в реализации разработанной технологии литья тонкостенных крупногабаритных отливок из титанового сплава ВТ20Л в графитовые формы, а также в сопутствующих данных, полученных при разработке клеевых составов, оценке жидкотекучести сплава в графитовых формах.

Результаты работы могут быть использованы на предприятиях авиационного моторостроения страны (г.г. Уфа, Пермь, Москва, Самара), а

также производящих ГТУ для перекачки газа (г. Казань), в университетах ЮУрГУ, УрФУ, УГАТУ.

Замечания по работе

1. Первая глава носит больше описательный характер, чем аналитический. Проведены известные данные по сплаву ВТ20Л, маркам графита ГМЗ и ГЭ.
2. Не понятно, как учитывалась анизотропия свойств используемых марок графита. В приведённых данных это не указано.
3. Не четко прописана операция сборки графитовых форм из составляющих элементов. От этого зависит точность размеров и формы, и отливки.
4. Моделирующие программы не уточняют данные, а могут только использовать уточнённую тем или иным способом необходимую базу данных. Это касается оценки физико-механических свойств, используемых в работе материалов.
5. При заливке тугоплавких сплавов в литейные формы в них поступает большое количество тепла и поэтому теплоаккумулирующая способность форм на процессы кристаллизации и затвердевание металла практического влияния не оказывает. Здесь определяющим является теплоотвод лучеиспусканием с наружной поверхности формы и чем тоньше стенка формы, тем выше теплоотдача. Поэтому представленное объяснение разной жидкотекучести сплава ВТ20Л в формах из стали и графита с позиции их теплоаккумулирующей способности не корректно. Следует отметить, что теплопроводности стали и графита сопоставимы.
6. Вызывает сомнение отсутствие карбидов титана на внутренних поверхностях отливки, находящихся в длительном плотном контакте с графитом за счет усадки сплава.
7. Ссылка на восстановление Al_2O_3 (с. 102) титаном в интервале рабочих температур в системе металл-форма ошибочна. Практика показывает отсутствие альфированного слоя на титановых отливках, полученных в монокорундовых формах (без кремнезема связующего).

Заключение

Представленные выше замечание носят дискуссионный характер и не снижают научную и практическую значимость полученных результатов.

Работа основана на результатах теоретического анализа и экспериментальных исследований с использованием современных методик и научного оборудования. Основные положения, рекомендации и выводы аргументированы, достоверны, согласуются с общими закономерностями литейных процессов, подтверждаются практическими данными.

В целом диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, содержит новое решение актуальной

технологической задачи в области получения крупногабаритных титановых отливок для газотурбинных двигателей современных летательных аппаратов.

Текст диссертации не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источника заимствования.

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», предъявляемым к диссертациям на соискание ученых степеней.

Автор работы, Качалов Алексей Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 (2.6.3) – «Литейное производство».

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры «Пирометаллургические и литейные технологии» 11 ноября 2021 г., протокол № 11.

Зав. кафедрой
пирометаллургических
и литейных технологии ФГАОУ ВО
«Южно-Уральский государственный
университет (НИУ)», канд.техн.наук,
доцент

Павел Александрович Гамов

Адрес: 454080, г. Челябинск,
пр. им. В.И. Ленина, 76,
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»,
каф. ПиЛТ, ауд. 120,
тел. (351) 267-91-61

Профессор кафедры
пирометаллургических
и литейных технологии ФГАОУ ВО
«Южно-Уральский государственный
университет (НИУ)», докт.техн.наук,
профессор

Борис Алексеевич Кулаков

Адрес: 454080, г. Челябинск,
пр. им. В.И. Ленина, 76,
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»,
каф. ПиЛТ, ауд. 123,
тел. (351) 267-90-96

*Подписи работников
заседания*

Начальник управления по работе
с кадрами Южно-Уральского
государственного университета

И.И.И.

М.И.И.

