

**Ученому секретарю  
диссертационного совета  
НИТУ «МнСИС» Самошиной М.Е.  
119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6,  
стр. 2.**

### ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации Качалова Алексей Юрьевича на тему  
«Исследования процесса формирования крупногабаритных титановых отливок для  
летательных аппаратов в графитовых литейных формах и разработка безмодельной  
технологии их изготовления»  
по специальности 05.16.04. – Литейное производство

Проблема производства титановых сплавов, возникшая в конце 50-х...60-х годов, до сих пор является предметом интенсивных исследований в России и за рубежом. В том числе, благодаря работам научной школы МАТИ - д.т.н., проф. Неуструева, д.т.н., проф. Ходоровского Г.Л., к.т.н., проф. Бибикова Е.Л. и многих других, изучавших закономерности процессов, проходящих при литье отливок из титановых сплавов. Благодаря этому были поставлены на научную основу теоретические исследования физических и физико-химических процессов титанового литья.

Одним из актуальных направлений исследований является разработка новых материалов для литейных форм при производстве отливок из титановых сплавов и применение современных прогрессивных методов их изготовления. Из-за чрезвычайно высокой химической активности титана в жидком состоянии и высокой температуры его плавления для получения отливок применяются формы из высокоогнеупорных и химически инертных по отношению к титану формовочных материалов. Наиболее высокой химической стойкостью при этом обладают формы на основе углеродных материалов. В отечественной и зарубежной практике из них изготавливают набивные, прессованные формы, разъемные оболочковые формы и формы, получаемые по выплавляемым моделям. Однако графитовые литейные формы могут обладать высокой газотворностью, что значительно усложняет технологический процесс их изготовления и подготовку к заливке. Из этих форм также выделяются газы. Все это снижает химическую инертность форм и ухудшает качество отливок. Решению задачи повышения инертности графитовых форм и совершенствованию технологии их изготовления и посвящена диссертационная работа Качалова А.Ю., что делает ее актуальной.

Автором предложен безмодельный метод изготовления литейных форм из малозольного графита высокой плотности для получения крупногабаритных тонкостенных титановых изделий сложной конфигурации, который за счет повышения инертности форм обеспечивает снижение альфированного слоя на поверхности отливок, а также способствует сокращению времени разработки и внедрения технологических процессов их изготовления.

Автором теоретически и экспериментально изучены процессы теплопередачи, проходящие на границе металл-форма, и определены значения коэффициента теплопередачи для литья сплава ВТ-20Л в графитовые формы, позволяющие более точно определять температурные параметры при разработке технологического процесса на основе предлагаемого метода изготовления форм.

Несомненным достоинством работы является активное использование современной системы компьютерного моделирования ProCast компании ESI Group при проведении теплофизических исследований и моделирования процесса литья реальных отливок. Совпадением результатов моделирования с полученными в производственных условиях ПАО «ОДК-УМПО» отливками подтверждают достоверность проведенных исследований.



Отмечая несомненные положительные моменты диссертационной работы, следует сделать следующие замечания:

1. Не сформулированы технологические рекомендации для предотвращения кинетики изменения толщины первично образовавшегося слоя твёрдого металла на поверхности формы, при котором он в дальнейшем расплавляется и вновь образуется только после остановки потока жидкого расплава. Данный вариант кинетики обычно наблюдается в случаях высокой температуры литья и значительной массе жидкого металла, проходящего через сечения отливки, что характерно для литья крупногабаритных тонкостенных титановых отливок. При таком характере затвердевания металла происходит интенсивное физико-химическое взаимодействие расплава с материалом формы, что вызывает образование дефектов в отливках.

2. Не проведен сравнительных анализ экспериментов для определения жидкотекучести сплава ВТ20Л в исследуемые графитовые формы и компьютерного моделирования получения данных проб в программе ProCast, что способствовало бы повышению достоверности результатов моделирования реальных отливок.

3. Не понятно, почему на рис. 28 а) в диссертации оценка образования усадочной раковины в отливке «Втулка» в программе ProCast проводится с помощью критерия Voids, который используется для гидродинамического анализа (категория Fluid) и предназначен для оценки эвакуации воздуха из формы.

4. Отсутствуют ссылки на ряд фундаментальных работ кафедры «Технология литейного производства» МАТИ им. К.Э. Циолковского в области исследования теплофизических явлений на границе металл-форма, в частности и теплопроводности как граничного слоя формы, так и образующегося зазора. Возможно это привело бы к снижению объема ряда исследований в работе.

Отмеченные замечания в целом не снижают общего благоприятного впечатления от ознакомления с работой, которая в целом характеризует автора как сложившегося и квалифицированного научного работника. А сама диссертационная работа представляет законченное научное исследование, имеет научное и прикладное значение, по объему и качеству исполнения соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.16.04 «Литейное производство», а ее автор, Качалов Алексей Юрьевич, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

Доцент кафедры «Т и САПР МП», к.т.н.

Бережной Д.В.

Заведующий кафедрой «Т и САПР МП» МАИ  
д.т.н., проф.

Моисеев В.С.

Подписи Бережного Д.В. и Моисеева В.С.  
заверяю: Директор института №11 МАИ Беспалов А.В.

