



# АВТОТЕКС

127562, Москва, ул.Каргопольская, 18/1  
E-mail: [avtotex@nlr.ru](mailto:avtotex@nlr.ru)  
Тел.:(499) 907-50-00; 907-52-55; факс: 907-21-50



ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»

Ученому секретарю  
диссертационного совета 24.2.327.05  
к.т.н., доц., А.Р. Палтиевичу  
125993, г. Москва, Волоколамское шоссе,  
д. 4, А-80, ГСП-3, МАИ

## Отзыв

официального оппонента к.т.н. Буданова Е.Н. на диссертационную работу Зарубиной Ольги Александровны «Исследование гравитационного течения силуминов по каналам металлической формы с целью снижения загрязнения отливки оксидными включениями», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.6.3 – Литейное производство

## АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.

Главные тренды мирового литейного производства — переход от отливок из стали к высокопрочным чугунам и далее к алюминиевым сплавам. По экспертным оценкам объем производства отливок из алюминиевых сплавов в России составляет около 600 тыс. тонн в год. При этом требования к механическим свойствам литых изделий во многих отраслях промышленности постоянно возрастают.

Диссертационная работа Зарубиной О.А. посвящена повышению качества силуминовых отливок при литье в кокиль путем разработки комплекса технологических решений, направленных на снижение загрязненности отливок оксидными включениями. Такие включения в виде плен и их фрагментов, образующиеся и на этапе заполнения рабочих полостей формы, приводят к существенному снижению прочности и пластичности литых изделий из алюминиевых сплавов.

В работе разработан критерий для сравнительной оценки результатов проектирования технологического процесса, выполненного с использованием

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

20 09 2021 г.

современных средств вычислительной техники, и обращено внимание на то, что степень поражения отливки оксидами во многом определяется условиями, при которых происходит заполнение формы. Предложенный критерий позволяет оценить вероятную степень поражения отливки оксидами при принятии того или иного технологического решения по результатам моделирования процесса заполнения формы расплавом в программе FLOW 3D.

Из этого вытекает то, что диссертационная работа О.А. Зарубиной на тему «Исследование гравитационного течения силуминов по каналам металлической формы с целью снижения загрязнения отливки оксидными включениями», является весьма актуальной и своевременной.

### **ОБЪЕМ, СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Диссертация изложена достаточно логично и последовательно грамотным техническим языком на 153 страницах машинописного текста. Представленная работа состоит из введения, четырех глав, содержит 6 таблиц, 108 рисунков, основные результаты и выводы, список литературы из 120 наименований. В трех приложениях представлены материалы, иллюстрирующие промышленное использование результатов диссертационной работы. Название диссертации соответствует ее содержанию.

По материалам диссертационных исследований опубликовано 14 печатных трудов, из них 10 в журналах, рекомендуемых ВАК и одна статья в издании, входящем в библиографическую и реферативную базу данных SCOPUS.

Во **введении** приведены современные данные, подтверждающие актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи, приведены основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В **первой главе** выполнен подробный анализ отечественных и зарубежных источников по вопросам зависимости механических свойств отливок от степени загрязненности их материала оксидными включениями. Выделены факторы, влияющие на характер течения расплава в каналах литейной формы и ее формообразующей полости, оказывающие существенное влияние на кинетику окислительных процессов. Показаны преимущества и недостатки использования некоторых основных типов литниковых систем при получении кокильных силуминовых отливок. Проанализированы существующие представления о

реологических свойствах сплавов, определяющих характер заполнения каналов и полостей литейной формы и, следовательно, влияющих на развитие окислительных процессов в них. Рассмотрены известные критерии и методики оценки вероятности загрязнения отливки оксидами, указаны их преимущества и недостатки.

На основании результатов литературного обзора и анализа данных сформулированы цели и задачи исследований, выполненных в работе.

**Вторая глава** посвящена разработке нового критерия  $K_{OF}$  загрязненности металла оксидными включениями, позволяющего прогнозировать степень поражения отливки этими продуктами по результатам численного моделирования заливки кокиля. Доказана возможность его применения путем сравнительного анализа результатов численных экспериментов, выполненных в работе, с известными и проверенными многолетним практическим использованием данными М.В. Шарова и Н.М. Галдина. Выполнена оценка максимально возможного количества оксидов, образование которых вероятно в каналах и полостях металлической литейной формы при ее заполнении алюминиевым сплавом. Установлены реологические свойства сплава АК9 находящегося в интервале кристаллизации и имеющего разрушенную структуру.

**В третьей главе** показана возможность применения критерия  $K_{OF}$  при исследовании влияния основных технологических параметров, особенностей конструкции и наличия дополнительных элементов литниковой системы на степень загрязненности силуминовых отливок оксидными включениями. Выполнена оценка возможной средней толщины оксидной пленки, образующейся на свободной поверхности расплава при использовании верхних литниковых систем.

**Четвертая глава** посвящена апробации результатов диссертационной работы и внедрению их в производство. Показаны примеры использования разработанного критерия  $K_{OF}$  загрязненности металла оксидными включениями для сравнительной оценки технологических решений, а также других результатов работы при проектировании технологии и оснастки для производства отливок электротехнического назначения с высокими требованиями по прочности и пластичности. Использование этого сравнительного анализа и новых технологических решений, обеспечило не только необходимые механические свойства отливок, но и значительное сокращение объема финишных операций и увеличение Ким. При этом для реализации новых вариантов процессов использовались не только нижние и боковые литниковые системы, но и верхние системы подвода расплава.

Тема и содержание диссертации Зарубиной О.А. соответствуют требованиям паспорта научной специальности 2.6.3 – Литейное производство. Автореферат работы в полной мере отражает ее содержание.

### **ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ДЛЯ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА**

По мнению оппонента, к основным результатам диссертационной работы, обладающими научной новизной, можно отнести:

1. Методы снижения загрязненности отливок оксидными включениями, предусматривающие оценку степени поражения расплава оксидами, вероятности их перераспределения по объему отливки и средства, обеспечивающие сосредоточение оксидных включений в литниковой системе или ненагруженных частях отливки;
2. Методику определения параметров реологической модели расплава в температурном интервале его кристаллизации на начальном этапе формирования связанной структуры путем использования стандартной спиральной пробы на жидкотекучесть;
3. Оценку степени загрязненности отливок оксидными включениями на этапе разработки литейной технологии посредством критерия, учитывающего изменение площади свободной поверхности расплава при заполнении литейной формы, температуру заливки расплава и его компонентный состав.

**Практическая значимость** диссертационной работы заключается в следующем:

- предложены технологические решения по снижению брака нагруженных силуминовых отливок при литье в кокиль;
- при использовании нижних и боковых литниковых систем управление скоростью расплава в питателе на начальном этапе заполнения формы и содержанием неметаллических включений в кокильных отливках возможно путем использования промывников, соединенных с коллектором через дроссель;
- алгоритм анализа результатов численного моделирования работы литниковых систем.

Использование результатов диссертационной работы на предприятии АО «Электросетьстройпроект» существенно сократило сроки доводки техпроцессов изготовления высоконагруженных кокильных отливок из алюминиевых сплавов и обеспечило их служебные характеристики при повышении Ким в 1,5...3,3 раза.

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДОВ ДИССЕРТАЦИИ**

Результаты исследований, полученные в диссертационной работе Зарубиной О.А., могут быть использованы на предприятиях, производящих фасонную продукцию из алюминиевых сплавов методом литья в кокиль, в частности нагруженных отливок из силуминов электротехнического назначения и других предприятиях.

### **ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

1. Указано, что для снижения вероятности перераспределения оксидных включений по объему отливки необходимо уменьшать скорость восходящих потоков при заполнении формообразующей полости. Однако какой должна быть эта скорость в работе не приводится.

2. Отдельные выводы, представленные в диссертационной работе, требуют уточнения. Например, в выводе №3 (стр. 56) утверждается, что «Для оценки объема оксидов, образующихся при заполнении песчаной газопроницаемой формы с использованием нижней литниковой системы, средняя толщина оксидной пленки  $h_p$  может быть принята равной 5 мкм». В связи с чем, возникает следующий вопрос. Повлияет ли материал формы на эту величину?

3. Не вполне корректно представлена информация на некоторых иллюстрациях (например, в подрисуночных подписях рисунков 1.8 и 1.9 нет расшифровки обозначений шкал).

4. На рисунках 4.31 и 4.32 приведены разные варианты конструкций отливки «Корпус 3», что позволяет сделать предположение, что именно эти изменения дали положительный результат по механическим свойствам отливок. В тексте диссертации и автореферате это обстоятельство анализируется не в полной мере.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Анализ материалов, изложенных в диссертации и автореферате, позволяет сделать следующие выводы:

1. Диссертация О.А. Зарубиной является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические решения, направленные на снижение вероятности поражения кокильных силуминовых отливок оксидными пленами;
2. Автореферат полностью отражает содержание диссертации, а опубликованные работы дают достаточно полное представление об основных результатах исследований и разработок.
3. По совокупности научных и практических результатов работа на тему «Исследование гравитационного течения силуминов по каналам металлической формы с целью снижения загрязнения отливки оксидными включениями» удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденным Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842;
4. Автор работы, Зарубина Ольга Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – Литейное производство.

Генеральный директор

ЗАО «НТЦ «Автотекс»

Кандидат технических наук



Буданов Е.Н.

17.09.2021

Специальность: 05.16.04 «Литейное производство»

Место работы: ЗАО «Научно-технический центр «Автотекс»

Адрес: 127562, г. Москва, Каргопольская ул., д. 18/1

Должность: генеральный директор

Телефон: +7 (499) 907-50-00

e-mail: [hws-moscow@nlm.ru](mailto:hws-moscow@nlm.ru)