

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора  
по научной работе

АО «НПО «ЦНИИТМАШ», проф. д.т.н.

К.Л. Косырев

«20» сентября 2021 г.



## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Зарубиной Ольги Александровны, на тему:  
«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 темы диссертации.

Производство фасонных силовых силуминовых отливок сопряжено с некоторыми трудностями, обусловленными тем, что эти сплавы относятся к группе, легкоокисляемых сплавов. Оксидные пленки, образующиеся на этапе заполнения полостей литейной формы, являются неметаллическими включениями, снижающими целостность литых деталей и при определенных размерах и свойствах концентраторами напряжений они затрудняют питание частей отливки, которые затвердевают в последнюю очередь. Это может приводить к образованию в них пористости даже в тех случаях, когда созданы общепринятые предпосылки для соблюдения принципа направленного затвердевания отливки. По этим причинам снижаются эксплуатационные свойства изделий, что вызывает необходимость увеличения массы литых деталей и заготовок, изменения объема прибылей или использованию других дорогостоящих технологических приемов. Отмеченное характерно для всех видов литья, в том числе, и для литья в кокиль.

Диссертационная работа О.А. Зарубиной направлена на уменьшение количества этих дефектов в отливках и снижение их вредного влияния на качество силуминовых литых деталей, что позволяет сделать вывод об актуальности темы.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«20» 09 2021 г.

Следует отметить, что проблема устранения оксидных плен и других включений актуальна не только для алюминиевых сплавов, но и, например, для отливок из сплавов на основе меди и стальных литых заготовок, например, с высоким содержанием хрома.

### **Общая характеристика работы.**

Диссертация изложена на 153 страницах машинописного текста в 4-х главах, содержит 6 таблиц, 108 рисунков, основные результаты и выводы, список литературы из 120 наименований. Результаты ее промышленного использования приведены в трех приложениях.

Представленная диссертационная работа направлена на повышение точности расчетов и прогнозирования вероятности загрязнения силуминовых отливок оксидами еще на этапе проектирования технологических процессов их изготовления. В ней предложены оригинальные технические решения, позволяющие снизить вероятность поражения литых изделий такими включениями. Для достижения этих результатов в качестве объекта исследования автором был выбран процесс гравитационного течения силуминов в кокилях.

Изложение диссертации выполнено логично и последовательно грамотным техническим языком, существенных замечаний по оформлению текста нет.

Во введении приведено обоснование актуальности работы, определена цель и сформулированы основные научные положения, выносимые на защиту.

На основе анализа литературных данных, выполненного в первой главе, установлены зависимости механических свойств отливок от степени загрязненности их материала оксидами различного происхождения и факторы, влияющие на характер течения расплава в литейной форме и оказывающие, тем самым, существенное влияние на кинетику окислительных процессов. Среди таких факторов значительную роль играют реологические свойства сплавов.

Кроме этого, достаточно подробно рассмотрены известные критерии и методики оценки вероятности загрязнения отливки оксидными включениями, проанализированы их преимущества и недостатки.

По результатам этого раздела работы сформулированы задачи последующих этапов исследований.

Важным результатом диссертационного исследования, изложенного во второй главе, является разработка критерий  $K_{OF}$  загрязненности металла оксидными включениями. Как показано, этот критерий позволяет достаточно

точно прогнозировать степень поражения отливки оксидными пленами на этапе проектирования технологического процесса с использованием современных средств вычислительной техники. Отмечаем оригинальность доказательства возможности применения нового критерия путем сравнительного анализа результатов численных экспериментов, выполненных в работе, с результатами натурных исследований М.В. Шарова и Н.М. Галдина, выполненных на специальной технологической пробе.

При этом точность расчетов обеспечивалась путем учета реологических свойств сплава в температурном интервале его кристаллизации и имеющего разрушенную структуру. Одна из таких закономерностей – зависимость предельного напряжения сдвига  $\tau_s$  от температуры, определялось по методике автора работы.

Далее была показана, возможность использования критерия  $K_{OF}$  при поиске зависимостей влияния технологических параметров (температуры заливки расплава и его химического состава, положения отливки в форме, особенностей конструкции и наличия дополнительных элементов литниковой системы) на степень загрязненности отливки оксидами. Для изучения особенностей работы верхних литниковых систем, автору потребовалось выполнение оценки возможной средней толщины оксидной пленки, образующейся на свободной поверхности расплава при использовании систем такой конструкции.

Использование методики сравнительной оценки технологических решений, полученных с применением программ (FLOW-3D, ProCAST) для моделирования литейных процессов на ЭВМ при разработке технологических процессов литья в кокиль силовых отливок из силуминов электротехнического назначения, дало положительные результаты и обеспечило их требуемые свойства.

Последнее подробно рассмотрено в четвертой главе работы.

По результатам диссертационных исследований опубликовано 14 научных статей, в том числе 10 из них в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ и одна статья во входящем в базу данных SCOPUS.

**Научная новизна диссертационной работы Зарубиной О.А. заключается в том, что:**

- разработаны методики, позволяющие оценить вероятную загрязненность материала отливок оксидными включениями по результатам численных экспериментов;

- приведена реологическая модель и разработана методика определения некоторых ее параметров, использование которых повышает точность расчета литниковых систем;
- разработан и опробован на практике способ управления качеством отливок, посредством оптимизации гидродинамических режимов заполнения полостей и каналов литейной формы.

#### **Практическая ценность диссертации состоит в следующем:**

- использование результатов диссертационной работы, при численном моделировании литейного процесса, позволяет установить не только вероятную степень загрязненности отливок, но и распределение оксидов по объему отливки и, тем самым, прогнозировать несущую способность литого изделия; работа опробована на предприятии АО «Электросетьстройпроект», о чем имеется АКТ;
- несмотря на то, что работа имеет узкое направление – получение кокильных отливок из силуминов с минимальным загрязнением их оксидными включениями, ее результаты и подходы могут быть применены также для других сплавов и литейных технологических процессов;
- в работе предложены методы, позволяющие без существенных дополнительных материальных затрат, сократить количество оксидных плен в отливке или обеспечить их сосредоточение в местах, которые не являются опасными при дальнейшем использовании литого изделия.

#### **Достоверность полученных результатов обеспечена:**

- большим объемом, как численных экспериментов, так и опытных заливок в производственных условиях, выполненных с использованием современных методик контроля параметров технологического процесса и отливок (спектрограф для контроля химического состава сплава, цифровая компьютерная томография, металлографические исследования);
- использованием известных и проверенных практикой данных натуральных экспериментов, выполненными ведущими российскими и зарубежными учеными;
- практическим применением результатов работы на производстве.

#### **По диссертационной работе имеются следующие замечания:**

1. В работе отсутствует методика расчета геометрических параметров промывника при проектировании технологических процессов получения отливок.

2. Не установлено, какое снижение технологического выхода годного можно ожидать при использовании промывников для сосредоточения в них оксидов.

3. При обсуждении влияния перераспределения оксидов на механические свойства отливок целесообразнее использовать термин несущая способность изделия, то есть его способность воспринимать фактическую нагрузку, в то время как автор своей работы использовал термин прочность.

Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации и общей высокой оценки работы.

**Соответствие работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.**

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, направленную на решение актуальной задачи – повышение механических свойств силуминовых отливок при гравитационной заливке металлических форм.

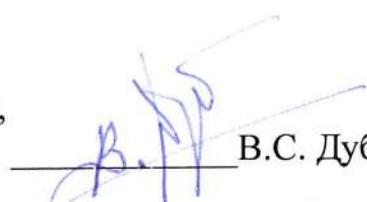
Автореферат полностью отражает содержание диссертации, основные результаты исследований и разработок опубликованы в печати.

Тематика диссертации Зарубиной О.А., ее содержание и основные полученные результаты соответствуют требованиям паспорта научной специальности 2.6.3 – Литейное производство.

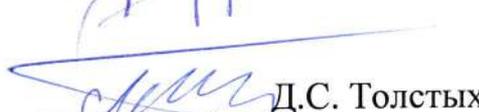
По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденным Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Зарубина Ольга Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – Литейное производство.

Доклад по диссертационной работе заслушан и обсужден на НТС ИМиМ АО «НПО «ЦНИИТМАШ». За предложенное заключение проголосовали единогласно. Протокол №9 от 09.09.2021 г.

Председатель НТС ИМиМ  
АО «НПО «ЦНИИТМАШ», лауреат ГП СССР,  
премии Правительства РФ, проф., д.т.н.

  
В.С. Дуб

Ученый секретарь НТС ИМиМ

  
Д.С. Толстых