

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

"Сибирский государственный  
индустриальный университет"  
(СибГИУ)

ул. Кирова, 42, г. Новокузнецк  
Кемеровской обл., 654006  
Тел.: (3843) 77-79-79. Факс (3843) 46-57-92  
E-mail: rector@sibsiu.ru  
http://www.sibsiu.ru

13.02.2020 № 01.3/404

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Ректор СибГИУ,  
д.т.н., профессор

Е.В. Протопопов

2020 г.



### ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГБОУ ВО «Сибирский государственный  
индустриальный университет» на диссертационную работу

Ларионовой Натальи Вячеславовны

«Исследование и совершенствование процессов электрошлакового  
кокильного литья для повышения эксплуатационных свойств отливок из  
инструментальной стали», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 05.16.04 - «Литейное  
производство»

На отзыв представлены:

- диссертационная работа объемом 129 страниц, состоящая из  
введения, четырех разделов и трех приложений, заключения, списка  
литературы из 136 источников;

- автореферат диссертации на 20 страницах, включая список из 15  
основных публикаций по теме диссертационной работы, из которых: статьи в  
журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ - 5 и 8 –  
в сборниках трудов международных и всероссийских научно-технических  
конференций и 2 патентах Российской Федерации на изобретения.

## **Актуальность диссертационной работы**

Повышение стойкости прессового и штампового инструментов может достигаться за счет создания соответствующего комплекса характеристик, таких как: химический состав, стабильность структуры и свойств материала в процессе эксплуатации. Применение литейных технологий позволяет получать отливки с высоким комплексом эксплуатационных свойств, вовлекать во вторичную переработку инструментальных сталей на предприятиях по производству изделий с использованием кузнечнопрессового оборудования.

Энерго - и ресурсосберегающие технологии получения отливок и слитков в настоящее время притягивают все большее внимание. Значительную роль среди таких технологий играет электрошлаковая технология. Применение электрошлакового кокильного литья, несмотря на явные технико-экономические преимущества, сдерживается пониженными механическими и эксплуатационными свойствами отливок по сравнению с деформированным металлом.

Диссертационная работа Ларионовой Н.В. посвящена исследованию и совершенствованию процессов при плавлении, кристаллизации и охлаждении отливок из штамповой стали, полученных электрошлаковым кокильным литьем.

Применение модифицирования редкоземельными металлами и управление температурным полем при охлаждении позволяет получать отливки заданного химического и фазового составов, с направленной макро и микроструктурой, высокими физико-механическими свойствами. Эффективное управление свойствами материалов основывается на создании условий, при котором происходит самоорганизация структур в условиях далеких от равновесных.

Принимая во внимание отмеченное, необходимость решения задач получения отливок с высокими показателями прочности, надежности и

долговечности в условиях значительного термосилового воздействия, можно сделать заключение об актуальности работы Ларионовой Н.В.

### **Основные научные результаты и их значимость для науки и производства**

Представленная диссертационная работа по структуре и содержанию полностью соответствует поставленной цели и решенным задачам проведенного исследования. Полученные в ходе выполнения диссертационной работы результаты обладают научной новизной. Автором доказана, что в результате модифицирования инструментальной стали редкоземельными металлами, входящими в состав мишметалла, после предварительного глубокого раскисления алюминием, происходит дополнительная дефосфорации и десульфурации металла, снижение общего количества неметаллических включений, изменение их природы, глобулизации, размерного соотношения и измельчения структуры, что приводит к улучшению качества, повышению эксплуатационных свойств литых изделий. Исследована и установлена взаимосвязь между механическими свойствами легированной стали, общим содержанием и размерами неметаллических включений.

На основании результатов компьютерного моделирования определены температурные поля отливок при кристаллизации, что позволило дополнительно повысить механические свойства за счет применения кокиля с управляемым теплоотводом.

Практическая значимость работы подтверждается полученными результатами исследований.

Разработаны технические и технологические решения для повышения эксплуатационных свойств отливок инструментальной стали за счет применения редкоземельных металлов в качестве модификаторов в процессе плавки, управления скоростями при их охлаждении, воздействия на изменения конфигурации теплового поля при кристаллизации металла.



Созданное программное обеспечение «Mechanical Properties» позволяет спрогнозировать механические свойства отливок в зависимости от содержания неметаллических включений.

Получено положительное решение о выдаче патента на изобретение: «Способ изготовления отливок методом электрошлакового литья». Предложенная технология была применена для изготовления матриц, которые успешно прошли промышленные испытания на ООО «КраМЗ». Результаты исследований внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО СФУ при обучении магистрантов по направлению подготовки «Материаловедение и технологии обработки материалов», образовательной программы «Синтез и литье новых металлических материалов».

Достоверность научных положений, результатов и выводов, основана на использовании научных методов исследований инструментальной стали, современного аналитического оборудования в лабораториях ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», компьютерного и математического моделирования, статистической обработки результатов, опытно-промышленных испытаний на ООО «КраМЗ». Полученные результаты опубликованы в рецензируемых научных журналах, а также докладывались на российских и международных научно-технических конференциях.

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

В отливках, полученных с применением модифицирования редкоземельными металлами в составе мишметалла и кокиля с принудительным охлаждением донной части, наблюдается однородная структура, которая способствует повышению механических и эксплуатационных свойств.

Результаты исследований, проведенных Ларионовой Н.В., позволяют сформулировать требования для повышения свойств отливок из

инструментальной стали за счет совершенствования технологических процессов электрошлакового кокильного литья, применения редкоземельных металлов для модифицирования и рафинирования литого металла

1. Установлено, что в результате модифицирования и рафинирования стали 4X5MФС редкоземельными металлами в составе мишметалла в количестве 0,15–0,2 мас. % при электрошлаковом кокильном литье после предварительного проведенного раскисления алюминием происходит десульфурация и дефосфорация металла в среднем на 30 %.

2. Выявлено, что присутствие в качестве модификаторов редкоземельных металлов в исследуемых отливках, полученных ЭКЛ, способствует переводу грубых пленочных включений в глобулярные образования, значительному изменению размерного соотношения неметаллических включений, уменьшению в 3 раза общего количества в результате глобулизации, укрупнения и последующего их всплывания.

3. Установлено, что модифицирование и рафинирование редкоземельными металлами в составе мишметалла при электрошлаковом кокильном литье инструментальной стали способствует улучшению структуры и повышению прочности при растяжении более 1600 МПа и ударной вязкости выше 0,30 МДж/м<sup>2</sup>.

4. Установлено на основании компьютерного моделирования распределения температурных полей влияние конструкции кокиля, величины тепловой надставки и условия охлаждения на структуру отливок из стали 4X5MФС в процессе их кристаллизации.

5. Применение кокиля с принудительным охлаждением и модифицирования при ЭКЛ для исследуемой стали способствует дополнительному увеличению предела прочности на растяжение более 1690 МПа.

**По диссертационной работе Ларионовой Н.В. имеются следующие замечания:**

1. В литературном обзоре достаточно большой объем технической информации о электрошлаковом переплаве, однако работа посвящена электрошлаковому кокильному литью.

2. Отсутствуют данные о таких важных характеристиках инструментальных материалов, как разгаростойкость, склонность к взаимодействию с деформированным металлом.

3. В виду того, что в работе говорится о получении направленной структуры в отливках при охлаждении, следовало бы привести данные о влиянии формы кокиля на этот параметр

4. Указано, что при заливке расплавленного металла вместе со шлаком в кокиль образуется гарнисаж, но непонятно, какая толщина гарнисажа формируется в зависимости от размеров и конфигурации отливок.

### **Заключение**

Представленная к защите диссертация Ларионовой Натальи Вячеславовны «Исследование и совершенствование процессов электрошлакового кокильного литья для повышения эксплуатационных свойств отливок из инструментальной стали» имеет как научную, так и практическую ценность. Автореферат и публикации в научных изданиях подробно отражают содержание диссертационной работы. Выводы по диссертации являются достаточно полными, логичными и научно обоснованными.

Диссертационная работа Ларионовой Н.В. полностью соответствует требованиям, предъявляемым Положением о присуждении ученых степеней (п. 9). Автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 «Литейное производство».

Диссертационная работа заслушана и обсуждена на научном семинаре кафедры материаловедения, литейного и сварочного производства



Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет» (протокол № 20 от «10» февраля 2020 г.)

Заведующий кафедрой  
Материаловедения, литейного и  
сварочного производства  
доктор технических наук,  
профессор



Козырев Николай Анатольевич

Ученый секретарь кафедры  
Материаловедения, литейного и  
сварочного производства  
кандидат технических наук,  
доцент



Усольцев Александр Александрович

**Адрес организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», 654007, г. Новокузнецк, улица Кирова, дом 42.

**Телефон:** +7 (3843) 77-79-79

**Email:** <http://www.sibsiu.ru/>