

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации **Степановой Натальи Владимировны** **«Влияние меди на комплекс механических и антифрикционных свойств** **заэвтектоидных сталей и чугунов»**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении)

Работа посвящена разработке антифрикционных железоуглеродистых сплавов с высоким содержанием углерода, комплексно упрочненных компактными частицами на медной основе.

В результате проведенных исследований автором установлено, что совместное легирование алюминием и медью представляет собой эффективный подход к решению проблемы повышения антифрикционных свойств заэвтектоидных сталей, находящихся в графитизированном и неграфитизированном состоянии. Свойства заэвтектоидных сталей, легированных медью, являются промежуточными между чугуном АЧС-1 и бронзой БрА9ЖЗЛ. Повышение содержания меди сопровождается снижением значений коэффициента трения скольжения сталей. Присутствие около 1 % алюминия в сочетании с медью в количестве более 6 процентов, а также формирование медьсодержащих включений, близких по составу к алюминиево-железистым бронзам, является одним из наиболее существенных факторов, объясняющих улучшение триботехнических свойств железоуглеродистых сплавов.

На основании анализа диаграммы состояния «Fe-Cu-C» и результатов структурных исследований медистых чугунов автором выявлены четыре характерных типа частиц  $\epsilon$ -Cu. Наиболее крупные частицы (1 типа) средним размером 20...30 мкм образуются при расслоении расплава на две составляющие (обогащенные медью и железом), имеют форму, близкую к сферической, располагаются преимущественно в междендритном пространстве. Включения 2 типа формируются в  $\gamma$ -Fe при температуре выше 1094 °С и в момент образования 16 находятся в жидком состоянии. Выделяются они преимущественно по границам аустенитных зерен и характеризуются размерами в пределах 1...5 мкм. Медистые частицы 3 типа имеют сферическую форму со средним размером ~ 200 нм, выделяются в твердом состоянии внутри зерен аустенита в интервале температур 1094...727 °С. Включения 4 типа выделяются при температуре ниже 727 °С, располагаются в феррите перлитных колоний, имеют сферическую форму, характеризуются средним размером на уровне 20 нм. Так же автором разработан способ получения нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана. Применение предложенных модификаторов позволяет повысить на ~ 25 % предел прочности чугуна, в состав которого входят 9 % меди и 1,5 % алюминия.

Полученные автором данные и выводы обоснованы и корректны, представляют научный интерес. Результаты диссертации Н.В. Степановой отражены в 25 работах, из них 8 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, апробированы на научных конференциях различного уровня и нашли широкое применение на предприятиях промышленности. Автореферат написан хорошим и ясным научным языком. Замечаний к изложенному в нем материалу нет.

Судя по материалам автореферата, можно сделать вывод, что диссертационная работа является законченным исследованием, обладает новизной, имеет



практическую ценность, а её автор Степанова Наталья Владимировна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении).

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Сибирский государственный индустриальный  
университет»

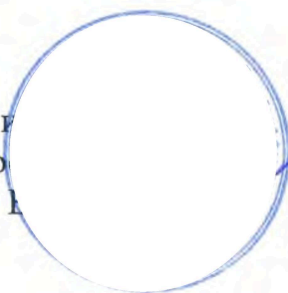
Зав. кафедрой естественнонаучных  
дисциплин им. профессора В.М.  
Финкеля, д.ф.-м.н. (специальность  
01.04.07 – физика конденсированного  
состояния), профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат  
премии  
Правительства РФ в области  
науки и техники,  
Лауреат премии РАН им. И.П. Бардина

Громов  
Виктор Евгеньевич  
«12» ноября 2018

Аспирант кафедры  
естественнонаучных дисциплин  
им. профессора В.М. Финкеля

Комиссарова  
Ирина Алексеевна  
«12» ноября 2018

Подписи В.Е. Громова и  
И.А. Комиссаровой удо  
Начальник ОК ФГБОУ



Миронова  
Татьяна Анатольевна  
«12» ноября 2018

Адрес: 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова 42, СибГИУ, каф. естественнонаучных  
дисциплин им. проф. В.М. Финкеля. Телефон (3843) 46-22-77, факс (3843) 46-57-  
92, E-mail gromov@physics.sibsiu.ru, snevskiy@bk.ru

Даем свое согласие на обработку персональных данных и включение их в  
аттестационное дело Степановой Н.В.

Получила в целом 11.12.18