

## УТВЕРЖДАЮ

Ректор ТТУ им. академика  
М.С. Осими, д.э.н., профессор  
Давлатзода Кудрат Камбар



20 20 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ ТАДЖИКСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.С. ОСИМИ

Диссертация **Нарзуллоева Зубайдулло Файзуллоевича** на тему: «Свойства цинково-алюминиевых сплавов  $Zn5Al$ ,  $Zn55Al$  с железом и никелем» выполнена на кафедре «Материаловедение, металлургические машины и оборудование» ТТУ им. академика М.С. Осими.

В период подготовки диссертации **Нарзуллоев Зубайдулло Файзуллоевич** являлся соискателем кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудование» Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими (срок соискательства с 13.11.2015 года по 13.11.2020 года, приказ зачисления №767 –  $\frac{3}{4}$  от 13.11.2015 года) и продолжает работать в Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими в должности старшего преподавателя кафедры «Инженерная и компьютерная графика» (с 01.09.2009 г. по настоящее время).

Нарзуллоев З.Ф. в 1994г. окончил Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими по специальности «Технология машиностроения». С 2015 года является соискателем ученой степени в Таджикском техническом университете им. академика М.С. Осими по специальностям 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении) и 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов (выписка из Ученого совета о корректировке шифра специальности №3 от 03.11.2020 г.).

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2020 г. Под № 1035 Таджикским техническим университетом имени академика М.С.Осими.

Научный руководитель:

**Алиев Джамшед Насридинович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Инженерная и компьютерная графика» Таджикского технического университета имени акад. М.С.Осими.

Научный консультант:

**Ганиев Изатулло Наврузович** – доктор химических наук, академик Национальной академии наук Таджикистана, профессор кафедры «Технология химических производств» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

**По итогам обсуждения принято следующее заключение:**

Техническое развитие во всех направлениях промышленности отстаёт в виду того, что не решен ряд многих проблем коррозии. Актуальна данная проблема особенно в государствах с развитой промышленностью с большим металлофондом, использующих широко в производстве высокопрочные материалы высоких температур и давлений. В таких условиях высоко возросли потери удельного веса, приводимые опасными видами коррозии, например, межкристаллитное, коррозионное растрескивание, питтинг и т.п.

Следовательно, разработка и применение эффективных средств и современных методов противокоррозионной защиты приводят не только к уменьшению потери металла и средств, но и снижает металлоемкость и увеличивает грузоподъемность сооружений и конструкций, что позволит при строительстве и эксплуатации уменьшить расход топливо-энергетических ресурсов, продлить эксплуатационный период. Всё это, в итоге, уменьшает себестоимость продукции и повышает рентабельность технических объектов.

Цинк наиболее широко стал применяться в качестве покрытия для защиты железа и его сплавов (сталей) от коррозии. Для достижения этой цели расходуется до 50% полученного цинка. Цинкованные применяются для защиты листов из стали, проволок, лент, деталей для крепежа, разных деталей машин, приборов, а также арматуры и трубопроводов от коррозии.

Цинковые покрытия также широко применяются в различных металлоконструкциях и изделиях, которые эксплуатируются при коррозионном воздействии природных сред атмосферы, речной, морской, озерной, подтоварной, пластовой воды, грунта, слабощелочных и нейтральных водных растворов. Защита от коррозии осуществляется в зависимости от состава металлических покрытий, свойств коррозионной среды путем изоляции поверхности, или проявляется протекторное действие покрытий при их нарушении. Цинкнаполненные покрытия можно применить для крупногабаритных конструкций, таких как танки и цистерны судов, стационарные морские сооружения и плавучие платформы, протяженные коммуникации и трубопроводы, строительные сооружения, различные металлоконструкции и изделия.

Строительная индустрия является одной из основных отраслей, потребляющих оцинкованные листы: нужды строительства расходуют до 65%

всего оцинкованного металла. Автомобильная промышленность является крупным потребителем оцинкованной стали. Преимущество применения оцинкованных листов в автомобильной и других отраслях промышленности в том, что при наложении на металлическое покрытие слоя краски для комплексной защиты стали от коррозии создаются благоприятные условия. Цинковое покрытие – идеальная основа под покраску. Основным карбонат цинка, образующийся в местах пор мало отличается по объему от цинка и поэтому не разрушает слой красок. Из оцинкованных полос и листов на автомобильных заводах изготавливают бензобаки, днища, надколесные кожухи, крышки багажников, глушители, двери и т.п.

Почти 50% цинка, производимого в мире предназначено в качестве защитного покрытия от коррозии стальных изделий и конструкций. Последние годы на мировом рынке всё чаще появляются конструкции из черных металлов с защитными покрытиями из гальфанов ( $Zn5+Al95$  и  $Zn55+Al45$ , по мас%), называемыми Гальфан I и Гальфан II, которые в области оцинкования, с точки зрения химико-физических характеристик, известны как перспективные составы.

Данные сплавы составляют основу многих защитных покрытий и коррозионностойких сплавов. В дальнейшем повышение коррозионной стойкости гальфановых покрытий удаётся легированием третьих элементов. Определяющим является компромисс между низкой поляризацией покрытия в области повреждения (что и определяет защиту стали) и его коррозионной стойкостью вдали от этой зоны.

Выбор железа и никеля в качестве легирующего компонента объясняется их положительным действием на твёрдость цинково-алюминиевых сплавов  $Zn5Al$  и  $Zn55Al$ . Помимо того, чистый никель используется в качестве защитного покрытия.

Расширение областей применения сплавов цинка и алюминия, особенно в агрессивных средах, требует систематических исследований коррозионных, электрохимических и физико-химических свойств сплавов с железом и никелем. Однако обзор литературы показывал, что термодинамические, тепловые свойства, кинетика окисления и анодное поведение цинково-алюминиевых сплавов  $Zn5Al$ ,  $Zn55Al$  с железом и никелем практически не изучены.

Отсутствие в литературе сведений о влиянии железа и никеля на свойства цинково-алюминиевых сплавов  $Zn5Al$ ,  $Zn55Al$  побудило к изучению физико-химических свойств сплавов и разработке на их основе новых коррозионностойких цинково-алюминиевых сплавов  $Zn5Al$ ,  $Zn55Al$  с железом и никелем.

**Цель работы** заключается в разработке оптимального состава цинково-алюминиевых сплавов  $Zn5Al$  и  $Zn55Al$ , легированных железом и никелем

используемых в качестве анодного покрытия, для защиты от коррозии металлоконструкций различного назначения, в том числе стальных конструкций и сооружений.

**Задачи исследования:**

- исследованы теплофизические и термодинамические свойства цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных железом и никелем;
- изучены кинетика и механизм процессов окисления сплавов в твердом состоянии;
- определены фазовые составляющие продуктов окисления сплавов и их роль в процессе окисления;
- установлены закономерности изменения анодных характеристик цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных железом и никелем, в среде электролита NaCl;
- определено влияние железа и никеля на твердость и прочность сплавов Zn5Al и Zn55Al с помощью твердомера марки ТШ-2 и выполнено металлографическим анализом микроструктуры сплавов с помощью микроскопа «SEM» (в открытом университете Исламской Республики Иран);
- разработан оптимальный состав цинково-алюминиевых сплавов, легированных железом и никелем которые защищены малыми патентами Республики Таджикистан.

**Личный вклад автора** заключается в анализе литературных данных, в постановке и решении задач исследований, подготовке и проведении экспериментальных исследований в лабораторных условиях, анализе полученных результатов, в формулировке основных положений и выводов диссертации.

**Научная новизна исследований.** На основе экспериментальных исследований установлена температурная зависимость теплофизических характеристик и термодинамических функции сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных железом и никелем. Исследованы закономерности процессов высокотемпературного окисления исследуемых тройных сплавов в твердом состоянии, в воздушной среде. Установлены закономерности изменения анодных характеристик сплавов Zn5Al и Zn55Al от содержания железа и никеля, в среде электролита NaCl.

**Практическая значимость работы** заключается в разработке оптимального состава цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных железом и никелем отличающиеся коррозионной стойкостью и защитой их малым патентом Республики Таджикистан. Улучшения коррозионной стойкости цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al с железом и никелем на 10% позволяет на столько же утончить толщину защитного покрытия на защищаемых изделиях при тех же сроках их службы.

При этом на 10 000 тонн цинка стоимостью 4000 долларов США расходуемого для вышеуказанных целей 10%-ная экономия равно 1000 тонн. Экономический эффект при этом составляет  $1000 \times 4000 = 4\,000\,000$  долларов США.

**Оценка выполненной соискателем работы:** Выводы диссертационной работы и опубликованные научные статьи по теме диссертации свидетельствуют о соответствии научной квалификации соискателя Нарзуллоева З.Ф. на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении) и 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

По результатам исследований опубликовано 10 научных работ, из них 4 в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, «Политехнический вестник ТГУ им. М.С.Осими», «Журнал прикладной химии» и 5 публикаций в материалах международных и республиканских конференций.

**Основное содержание работы изложено в следующих публикациях:  
Статьи, опубликованные в научных журналах, определенных ВАК  
при Президенте Республики Таджикистан**

1. Алиев Дж.Н., Ганиев И.Н., **Нарзуллоев З.Ф.** Влияние добавок железа и никеля на твёрдость сплавов Zn5Al и Zn55Al // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №1 (41). – 2018. – С. 85-91.
2. И.Н. Ганиев, Дж.Н. Алиев, **З.Ф. Нарзуллоев.** Влияние добавок никеля на анодное поведение цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al, Zn55Al в среде электролита NaCl. Журнал прикладной химии. 2019. Т.92. Вып. 11. – С.1420-1426.
3. И.Н. Ганиев, Дж.Н. Алиев, **З.Ф. Нарзуллоев**, Ф.М. Аминов. Анодное поведение сплава Zn5Al, легированного никелем, в среде электролита NaCl // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №4 (40) – 2017. – С. 54-62.
4. И.Н. Ганиев, Дж.Н. Алиев, **З.Ф. Нарзуллоев**, Ф.М. Аминов. Анодное поведение сплава Zn55Al, легированного никелем, в среде электролита NaCl // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №2 (42). 2018. –С. 42-45.

***Изобретения по теме диссертации:***

5. Малый патент Республики Таджикистан № ТЈ 920. Цинк - алюминиевый сплав заявитель и патентообладатель: И.Н. Ганиев, Х.О. Одиназода, Дж.Н. Алиев, **З.Ф. Нарзуллоев**, Ф.М. Аминов, Р.Х. Саидзода, С.С. Гулов / №1801198; заявл. 30.04.18, опубл. 27.07.18, Бюл.138, 2018. –4с.

**Статьи, опубликованные в материалах международных и республиканских конференций:**

6. Алиев Дж.Н., **Нарзуллоев З.Ф.**, Ганиев И.Н. Влияние железа на кинетику окисления цинково-алюминиевого сплава Zn5Al в твёрдом состоянии // Сб. матер. Межд. науч.-прак. конф. «Перспектива развития науки и образования». – ТГУ им. М. Осими. Душанбе. 2019. – С. 22-25.
7. **Нарзуллоев З.Ф.**, Алиев Дж.Н., Ганиев И.Н. Влияние добавок железа на кинетику окисления цинково-алюминиевого сплава Zn55Al, кислородом газовой фазы // Сб. матер. Межд. науч.-прак. конф. «Полиграфия: состояние и перспективы её развития». ТГУ им. М. Осими. - Душанбе. 2020. – С.426-430.
8. **Нарзуллоев З.Ф.**, Алиев Дж.Н., Саидзода Р.Х. Окисление цинково-алюминиевого сплава Zn5Al, легированного никелем, кислородом газовой фазы // Сб. матер. Межд. науч.-прак. конф. «Перспектива развития науки и образования». ТГУ им. М. Осими. Душанбе. 2019. – С. 63-66.
9. Алиев Дж.Н., **Нарзуллоев З.Ф.**, Ганиев И.Н. Влияние никеля на кинетику окисления цинково-алюминиевого сплава Zn55Al в твёрдом состоянии // Сб. матер. Межд. науч.-прак. конф. «Перспектива развития науки и образования». ТГУ им. М. Осими. Душанбе. 2019. –С. 63- 66.
10. **З.Ф. Нарзуллоев**, Дж.Н. Алиев, И.Н. Ганиев, Ф.М. Аминов. Анодное поведение сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных железом, в среде электролита NaCl // Сборник материалов Респ. науч.-прак. конф. «Проблемы материаловедения в машиностроении Республики Таджикистан» Академии наук Республики Таджикистан, Институт химии им. В.И. Никитина. 2016. – С.83-86.

Диссертация Нарзуллоева З.Ф. соответствует **паспорту специальностей** 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении) и 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов (технические науки) по следующим пунктам:

- установленные общие закономерности изменения температурной зависимости теплоемкости, коэффициента теплоотдачи и изменение термодинамических функций (энтальпии, энтропии, энергии Гиббса) сплавов Zn5Al, Zn55Al с железом и никелем (паспорт п. 2);
- экспериментальное определение кинетических и энергетических параметров процесса окисления сплавов (определена истинная скорость окисления сплавов, рассчитана экспериментальная энергия активации) (паспорт п. 4);
- физико-химические основы анодного поведения сплавов Zn5Al, Zn55Al с железом и никелем, в среде электролита NaCl (паспорт п. 9).

Выводы диссертационной работы и опубликованные научные статьи по теме диссертации свидетельствуют о **соответствии научной квалификации соискателя Нарзуллоева З.Ф.** на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении) и 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Диссертация Нарзуллоева Зубайдулло Файзуллоевича на тему: **«Свойства цинково-алюминиевых сплавов Zn5Al, Zn55Al с железом и никелем»** рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении) и 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудование» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Присутствовали на заседании 18 чел., в том числе - 3 доктора наук.

#### Результаты голосования:

«за» – 18 чел.,  
«против» – нет,  
«воздержавшихся» – нет

протокол № 1 от «26» 11. 2020г.

Председательствующий  
на расширенном заседании кафедры  
к.т.н., доцент, зав. кафедрой  
«Материаловедение, металлургические  
машины и оборудование»



Гулов С.С.

Подпись к.т.н., доцента, зав. кафедрой  
«Материаловедение, металлургические машины  
и оборудование» Гулова С.С. **заверяю:**

Начальник отдела кадров  
и специальных работ



Шарипова Д.А.