

## ОТЗЫВ

Научного руководителя, доктора технических наук, профессора  
Гурьева Алексея Михайловича на диссертацию соискателя  
Чжэна Цюаня «Структурно-фазовое состояние и физико-механические  
свойства диффузионных покрытий на горячештаптовых сталях, полученных  
комплексным насыщением бором, хромом и церием», представленную на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
1.3.8 «Физика конденсированного состояния»

### **Общая характеристика соискателя и его научной деятельности**

Чжэн Цюань в 2020 году окончил магистратуру по специальности «Машиностроение» при Уханьском текстильном университете. После окончания магистратуры Чжэн Цюань поступил в очную аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

В период с 2020 по 2024 гг Чжэн Цюань обучался в очной аспирантуре по специальности 22.06.01 «Технологии материалов, Материаловедение», будучи прикрепленным к кафедре Физики АлтГТУ им. И.И. Ползунова и успешно закончил ее в 2024 г, сдав все кандидатские экзамены и успешно защитив квалификационную работу на тему «Структурно-фазовое состояние и физико-механические свойства диффузионных покрытий на горячештаптовых сталях, полученных комплексным насыщением бором, хромом и церием».

За время работы над диссертацией соискатель проявил себя как целеустремленный, состоявшийся научный работник, продемонстрировав навыки, умения и способности к самостоятельному научному поиску и показал глубокие знания и обширную эрудицию в области физики твердого тела.

### **Актуальность темы диссертации**

Решение задач повышения стойкости горячештапсового инструмента, предложенный диссертантом позволил значительно (от 2 до 4 и более крат) повысить ресурс работы штампов горячего деформирования. Учитывая, что

условия работы горячештампового инструмента относятся к категории «тяжелых», сочетая в себе циклически изменяющиеся тепловые и силовые нагрузки, а также воздействие различных истирающих воздействий (например, сочетание абразивного и адгезионного износа), а сами штампы горячего деформирования очень дороги в силу того, что они изготавливаются из дорогостоящих легированных сталей и проходят сложную и дорогостоящую механическую и термическую обработку, то экономический эффект от продления срока их эксплуатации даже в 2 раза, оценивается как значительный. Кроме того, многие из применяемых в настоящее время технологий поверхностного упрочнения и нанесения защитных покрытий в случае горячештампового инструмента неработоспособны в силу специфики условий эксплуатации горячештампового инструмента. Исходя из вышеизложенного, тема диссертационного исследования Чжэна Цюаня является актуальной задачей физики конденсированного состояния.

#### **Научная новизна диссертации**

1. Разработан состав и технологический процесс для диффузионного комплексного упрочнения поверхности горячештампового инструмента одновременно бором, хромом и церием.

2. С применением современных методов исследования установлены оптимальные параметры процесса, обеспечивающие высокие эксплуатационные свойства упрочняющего диффузионного покрытия на сталях горячего деформирования.

3. Получены новые данные об условиях деградации поверхности горячештампового инструмента и предложены решения, позволяющие в значительной степени замедлить эти процессы.

#### **Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность полученных в работе Чжэна Цюаня результатов обеспечивается комплексным подходом к решению поставленных задач, применением современных апробированных методов исследования.

Сопоставлением экспериментальных данных, полученных лично соискателем с данными других исследователей, а также внедрением разработанных технологий в производство как в РФ, так и в КНР.

**Практическая ценность полученных результатов, их значимость для науки и производства**

1. Предложено решение проблемы повышения стойкости горячештампового инструмента, позволяющее получать коррозионно- и износостойкие покрытия на поверхности штампов горячего деформирования и за счет этого увеличить их ресурс работы не менее чем в 2 раза даже в самых тяжелых условиях работы.

2. Получены новые данные о механизмах деградации поверхности горячештампового инструмента, приводящих к его выходу из строя по причине поломок и утраты геометрии рабочей области, на основе полученных новых данных предложено техническое решение, позволившее значительно увеличить временной промежуток, в течение которого происходит деградация поверхности горячештампового инструмента.

3. Установлено, что церий, обладая сильной восстановительной активностью и низкой электроотрицательностью, снижает активационную энергию поверхностной диффузии и активационную энергию объемной диффузии на 10,4%, что приводит к увеличению толщины диффузионного слоя на 85%.

4. Показано, что добавка церия в насыщающую смесь для борохромирования, стимулирует замещение атомов Fe в соединениях FeV и Fe<sub>2</sub>V, с образованием фаз CrV и Cr<sub>2</sub>V, имеющих более высокие показатели свойств по сравнению с FeV и Fe<sub>2</sub>V что в целом усиливает энергию связи В-В в боридном слое, за счет чего повышаются твердость и коррозионная стойкость упрочняющего слоя.

**Заключение о соответствии диссертации требованиям ВАК**

Считаю, что диссертация Чжэна Цюаня «Структурно-фазовое состояние и физико-механические свойства диффузионных покрытий на горячештамповых сталях, полученных комплексным насыщением бором,

хромом и церием» является законченной научно-квалификационной работой, имеющей существенное значение для народного хозяйства. Рассмотренные в диссертации вопросы соответствуют паспорту специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния» (технические науки) в части п. б: «Установление закономерностей влияния технологии получения и обработки материалов на их структуру, механические, химические и физические свойства, а также технологические свойства изделий, предназначенных для использования в различных областях промышленности и медицины». Руководствуясь изложенным выше, считаю, что Чжэн Цюань заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния»

Научный руководитель,  
доктор технических наук  
(научная специальность 2.6.1 металловедение  
и термическая обработка металлов и сплавов),  
профессор, заведующий кафедрой НГиГ  
ФБГОУ ВО «АлтГТУ им. И.И. Ползунова»

16.10.2024

А.М. Гурьев

Подпись А.М. Гурьева удостоверяю *начальник УКИДО*



*Ананий*  
*Ананий Сергеевич*  
*Владимирович*