



21.11.22г № 442

На №

### ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Мисникова Валерия Евгеньевича** «Исследование и разработка процесса высокотемпературной пайки тангенциальных резцов горных машин припоями на основе порошков сплавов Cu-Mn-Ni», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8. – «Сварка, родственные процессы и технологии».

#### Актуальность темы диссертации

Горнорудная промышленность была, есть и будет основой функционирования основных отраслей хозяйства. Без горнорудного производства не может работать металлургия, машиностроение и другие отрасли. Современная горная промышленность требует от техники и инструмента, используемого, в частности, при добыче полезных ископаемых, все большей производительности и минимальных отказов при эксплуатации. Увеличение стойкости инструмента в работе непосредственно связано с его механическими характеристиками, обеспечивающими технологиями его изготовления.

В своей диссертационной работе Мисников В.Е. занялся решением такой актуальной проблемы, как увеличение механической стойкости разнородных паяных соединений сталь + твердый сплав. Эти паяемые материалы имеют очень разные теплофизические и механические свойства, что предопределяет трудности их соединения.

#### Научная новизна

В работе Мисникова В.Е. подробно представлены результаты исследования формирования микроструктуры паяных соединений сталь + твердый сплав, в том числе в зависимости от температурно-временных режимов процесса пайки.

Исследования проводились на сплавах различного химического состава: Cu-(14-25)Mn-(3-10)Ni-(0-5)Co мас.%. Показано, что структура соединения состоит из двух фаз: твердого раствора  $\gamma$  - Cu(Ni,Mn,Fe,Co) и твердого раствора  $\alpha$  - Fe-Co. Распределение по объему паяного шва железо-кобальтовой фазы значительно влияет на механические свойства соединения.

Диссертант установил существование зоны с уменьшенной концентрацией Co в твердом сплаве на границе с припоем. В исследовании было показано, что концентрация кобальта в измененной зоне может уменьшаться в 5 раз относительно неизменной области, а ее протяженность значительно зависит от температуры процесса и может увеличиваться в трехкратном размере.

Соискателем разработана методика испытаний разнородных паяных соединений на срез, обеспечивающая схему нагружения, характерную для резцов в процессе эксплуатации, что позволило получить значения пределов прочности материала шва и

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

25.11.2022г.

определить корреляцию механических свойств с микроструктурой соединения. Благодаря серии испытаний выявлены причины, влияющие на предел прочности соединения. Его снижение происходит за счет увеличения остаточных напряжений после охлаждения при увеличении температуры пайки, а также изменения концентрации  $Mn$ , диффундирующего за пределы паяного шва. А его увеличение происходит за счет упрочнения соединения благодаря диспергированию железо-кобальтовой фазы по всему объему паяного шва при увеличении скорости процесса.

### **Практическая значимость**

Практическое значение работы состоит в том, что разработанная автором паяльная смесь прошла апробацию на опытно-промышленной партии тангенциальных резцов. Также разработанные в ходе работы принципы формирования микроструктуры с равномерно распределенной по всему объему паяного соединения железо-кобальтовой фазой и условия формирования теплового поля в заготовке, при которых происходит разогрев изделия под пайку через формируемую на дне паяного соединения ванну расплава, реализованы при проектировании и изготовлении промышленной линии пайки и закалки резцов.

### **Достоверность полученных результатов**

Степень достоверности результатов научных тезисов и выводов, сформулированных в диссертационной работе, определяется использованием современных взаимодополняющих материаловедческих методов исследования, а также апробацией опубликованного материала на ведущих научно-технических конференциях и в научно-реферируемых изданиях.

Основные результаты исследований по теме диссертации изложены в 8 опубликованных работах: 5 в сборниках трудов научных конференций, 3 в журналах, входящих перечень изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, а также переведены на английский язык и опубликованы в базе данных Scopus. Исследования, проводимые в диссертационной работе Мисникова В.Е., поддержаны грантом РФФИ.

### **Замечания**

К диссертации имеются следующие замечания:

1. В первой главе упоминаются припои системы Ag-Cu-Zn, как применяемые для пайки горнопроходческого инструмента. Серебряные припои не применяются при пайке крупносерийного горного инструмента в виду высокой стоимости.
2. В главе 4 диссертант проводит исследования зависимостей механической прочности на срез от режимов пайки и составов припоев. Но не приведены исследования на поведение полученных соединений в условиях эксплуатации, как одно из доказательств их оптимальности.
3. В диссертации нет данных о фракционном составе порошка припоя, используемого в работе. Также не проводились исследования влияния фракционного состава порошка припоя на динамику плавления и заполнения зазоров. Размер частиц порошка играет определяющую роль при плавлении припоя и его растекаемости.
4. В главе 5 при исследовании влияния содержания и состава флюсов в паяльной смеси на образование пористости в соединениях, недостаточно объяснена роль активных веществ.
5. В главе 6 мало технологических данных по подготовительным к пайке изделий операциям (каков зазор после механической обработки на реальных изделиях, как готовится поверхность твердых сплавов к пайке?).

Приведенные замечания не снижают общей высокой научной и практической значимости работы. В большей мере они являются рекомендациями автору при проведении дальнейших исследований.

**Заключение:**

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно - квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на выполнение задач исследования и разработки технологий пайки твердых сплавов со сталями в тангенциальных резцах горных машин, паяльными смесями на основе порошков сплавов Cu-Mn-Ni.

Результаты исследований по теме диссертации изложены в 8 опубликованных работах, 3 из них в журналах, входящих в первый и второй перечень изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 5 в сборниках трудов научных конференций. По теме диссертации получен грант РФФИ. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области энергетического и горного машиностроения, а также при конструировании инструмента строительной и дорожной техники.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор **Мисников Валерий Евгеньевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8. – «Сварка, родственные процессы и технологии».

Заместитель главного технолога – начальник НИЛ СТ  
АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро»  
Доктор технических наук,  
Лауреат Государственной премии РФ

Люшинский Анатолий Владимирович

**Сведения об организации:**

АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро»  
Адрес: 140103 Московская обл., Раменское, ул. Гурьева, 2.  
Телефон: +7 (916)330-23-90.  
E-mail: alushinskiy@rpkb.ru,



подпись Люшинского А.В. заверяю.

СПЕЦИАЛИСТ  
ПО ПЕРСОНАЛУ  
СУРАВЕНКОВА Н.Ф.