

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Рыбинский государственный авиационный
технический университет
имени П.А. Соловьева»
(РГАТУ имени П.А. Соловьева)

Пушкина ул., д. 53, Рыбинск,
Ярославская обл., 152934.
Тел. (4855) 28-04-70. Факс (4855) 21-39-64.
E-mail: root@rgata.ru

23.11.2017

№ 0806/3932

УТВЕРЖДАЮ

Ректор РГАТУ имени

П.А.Соловьева,

докт. техн. наук, профессор

В.А.Полетаев



2017

ОТЗЫВ

ведущей организации

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева» на диссертационную работу Митропольской Наталии Георгиевны «Влияние химического состава и структуры на обрабатываемость резанием титановых сплавов ВСТ2К И ВТ6», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – **Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.**

Актуальность темы диссертации.

Проблема плохой обрабатываемости титановых сплавов резанием стоит достаточно остро, что существенно повышает себестоимость производства изделий и снижает их конкурентоспособность по сравнению с другими металлическими материалами, например, сталями, при изготовлении медицинских изделий, не смотря на их явное преимущество. Поэтому установление закономерностей влияния различных факторов (химического состава и структурного состояния сплава) на обрабатываемость резанием и качество обрабатываемой поверхности несомненно является актуальной задачей.

Одним из эффективных методов снижения себестоимости титановой продукции является создание титановых сплавов, при производстве которых используется вторичное сырье. В диссертационной работе Митропольской Н.Г. рассмотрен как раз такой “вторичный” сплав ВСТ2К, созданный в ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» и являющийся близким по конструкционным свойствам широко распространенному титановому сплаву ВТ6.

Однако, в таких “вторичных” сплавах присутствует довольно большой разброс по содержанию легирующих элементов в разных плавках, в результате

чего структура, а, следовательно, технологические и механические свойства изготовленных из них полуфабрикатов могут существенно различаться. В диссертационной работе Митропольской Н.Г. поставлена актуальная задача разработки технологии обработки полуфабрикатов из сплава ВСТ2К, полученных из слитков с разным химическим составом, обеспечивающей формирование однотипной структуры и, соответственно, стабильного уровня свойств.

Общая характеристика работы

Работа Митропольской Н.Г. посвящена изучению закономерностей формирования структуры в сплаве ВСТ2К разного химического состава при термическом воздействии и изменения термосиловых параметров резания в зависимости от химического состава и структуры сплава. Кроме того, в работе установлены закономерности изменения шероховатости поверхности (Ra) в зависимости от содержания алюминия в сплаве ВТ6.

Характеристика научной новизны.

В диссертационной работе Митропольской Н.Г. получен ряд новых научных результатов, позволяющих адекватно сравнивать, оценивать и прогнозировать обрабатываемость резанием ($\alpha+\beta$)-титановых сплавов с различным химическим составом и структурой, а также производить обоснованный выбор сплавов с определенным химическим составом и структурой для достижения оптимального сочетания технологических и механических свойств. Так, в работе показано, что расстояние между полосами сдвига (L_c), образующимися в структуре стружки, можно использовать в качестве критерия обрабатываемости сплава резанием, и установлено, что чем меньше это расстояние, тем лучше обрабатываемость резанием: ниже усилие резания и температура в зоне резания. Однако также установлено, что сравнение данного параметра можно проводить только для сплава одного состава в разных структурных состояниях, так как при изменении химического состава сплава закономерность изменения L_c сохраняется, но абсолютные значения могут существенно отличаться.

Митропольской Н.Г. установлено, что для сплава ВСТ2К структура с глобулярной морфологией частиц α -фазы размером 3-7 мкм и твердостью 35-37 ед.НРС обеспечивает минимальные усилие резания и температуру в зоне резания. А для сплава ВТ6 показано, что стабильно высокое качество полированной поверхности заготовки (с шероховатостью $Ra \leq 0,04$ мкм) обеспечивается при содержании алюминия 6,0-6,3%. Увеличение или уменьшение содержания алюминия относительно этого интервала приводит к ухудшению и нестабильности качества поверхности.

Практическая значимость работы состоит в разработке режимов отжига горячекатаных полуфабрикатов из сплава ВСТ2К разного химического состава, обеспечивающих формирование однотипной структуры и стабильных свойств. Автором определены температуры нагрева и скорость охлаждения в зависимости от содержания β -стабилизаторов в сплаве, а разработанные режимы отжига обеспечивают не только требуемый уровень свойств, но и лучшую обрабатываемость сплава резанием.

Кроме того в работе Митропольской Н.Г. даны практические

рекомендации по выбору химического состава прутков из сплава ВТ6, предназначенных для изготовления шаровых головок эндопротезов тазобедренного сустава: для уменьшения времени обработки и обеспечения стабильно высокого качества полированной поверхности содержание алюминия в полуфабрикате должно лежать в интервале 6,0 – 6,3 масс. %.

Таким образом, в диссертационной работе Митропольской Н.Г. поставлены и успешно решены актуальные задачи установления влияния химического состава и структуры сплавов ВСТ2К и ВТ6 на комплекс механических свойств и термосиловые параметры резания, и разработки на этой основе технологий их обработки, обеспечивающих регламентированный уровень физико-механических свойств.

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием современного поверенного оборудования с лицензионным программным обеспечением, проведением испытаний и измерений в соответствии с ГОСТ, хорошим совпадением экспериментальных данных и теоретических расчетов, использованием методов математической статистики при обработке результатов.

Замечания по диссертации.

1. В главе 3 автором исследованы электрохимические характеристики сплава ВСТ2К трех разных составов после отжига по разработанным режимам. В четвертой главе автором были разработаны режимы упрочняющей термической обработки для этого сплава и определен уровень механических свойств, однако аналогичные исследования коррозионной стойкости в упрочненном состоянии отсутствуют, хотя результаты могли бы представлять практический интерес.

2. В главе 4 на первых этапах исследования влияния химического состава сплава ВСТ2К на термосиловые параметры резания (раздел 4.1) автор утверждает, что увеличение количества β -стабилизаторов в сплаве фактически не влияет на усилия резания (рисунок 4.2), и приводит только к повышению температуры в зоне резания. Однако, далее в тексте диссертации, при исследовании влияния параметров структуры сплава ВСТ2К на термосиловые параметры резания (разделе 4.2,) на рисунке 4.7 отчетливо видна разница усилий резания для составов 1 и 3 сплава, после различных режимов термической обработки, формирующих близкие параметры структуры и твердости для разных составов. Пояснений к этому факту автор не приводит.

3. Недостаточно проработанным представляется вопрос влияния дополнительного легирования водородом сплава ВСТ2К на его механообрабатываемость, т.к. для исследований был выбран только один состав сплава (из трех исследованных в работе) и использован только один режим наводороживания. Возможно изменение термо-концентрационных параметров введения водорода или его введение в сплав с меньшим или большим $[Mo]_{э\text{кв}}$ могло дать другие результаты.

Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации и общей высокой оценки работы.

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 создания однотипной структуры, и достижения требуемых технологических и механических свойств горячекатаных полуфабрикатов сплава ВСТ2К разного химического состава методами термической обработки, а также выбора химического состава сплава ВТ6 для изготовления шаровых головок эндопротезов тазобедренного сустава.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 7 научно-технических конференциях, опубликованы в 13 печатных работах, в том числе 6 статей в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области машиностроения и в медицинской промышленности для изготовления медицинских имплантатов.

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, Митропольская Наталия Георгиевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры Материаловедения, литья, сварки, протокол №3/17 от 21 ноября 2017 года. На заседании присутствовало 10 членов из 10. Результаты голосования: «за» - 10, против - нет, воздержавшихся - нет.

Заведующий кафедрой материаловедения, литья, сварки
профессор, д.т.н.

А.А. Шатульский

Россия, Ярославская область, 152934, г.Рыбинск, ул.Пушкина, д.53
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "Рыбинский государственный авиационный технический
университет имени П.А. Соловьева"

www.rsatu.ru

rector@rsatu.ru

Телефон:

8(4855) 280-470

