

Описание научно-исследовательской работы

1. Тема работы: Оптимизация процесса шлифования по остаточным напряжениям для обеспечения адгезии гальванических покрытий;

2. Направление работы: космические и авиационные технологии (авиационная техника с использованием новых технических решений);

3. Описание проблемы: Титановые сплавы применяются в авиационной промышленности благодаря высокой удельной прочности и коррозионной стойкости. В производстве особо ответственных деталей авиационных шасси, таких как поршни, штоки, оси, траверсы применяются материалы ВТ-22, ВТ3-1. Обработка титановых сплавов осложнена рядом технологических проблем, среди которых наиболее важными являются технологические остаточные деформации – изменение размеров и формы деталей вследствие действия остаточных напряжений, а также проблемы с нанесением износостойких гальванических покрытий из-за плохой адгезии вследствие свойства титана интенсивно окисляться при высоких температурах. Таким образом, технология механической и термической обработки деталей из титановых сплавов связана с проблемой создания благоприятной технологической наследственности на всех этапах технологического процесса, что является важной задачей при изготовлении авиационных деталей.

В производстве АО «Авиаагрегат» штоки и поршни гидроцилиндров являются высокотехнологичными деталями, к которым предъявляются высокие требования по точности изготовления, износостойкости и герметичности гальванических покрытий. При этом одной из важных задач является повышение адгезии покрытий из никеля и хрома при нанесении гальванических покрытий на детали из сплавов ВТ22 и ВТ3-1.

Технологический процесс производства штоков включает операции, ключевыми среди которых являются «Шлифование» и «Отжиг». В процессе шлифовальной обработки в поверхностном слое детали создаются растягивающие остаточные напряжения, значительно ухудшающие адгезию покрытий, и как следствие, приводящие к отслаиванию покрытий. При этом наиболее неблагоприятным является создание растягивающих остаточных напряжений при шлифовании в результате «прижогов» во время операции «Отжиг»: снижается уровень растягивающих напряжений в поверхностном слое, но знак напряжений остаётся прежним, и остаточные напряжения остаются растягивающими.

4. Цели работы: В производстве АО «Авиаагрегат» штоки и поршни гидроцилиндров являются высокотехнологичными деталями, к которым предъявляются высокие требования по точности изготовления, износостойкости и герметичности гальванических покрытий. При этом одной из важных задач является повышение адгезии покрытий из никеля и хрома при нанесении гальванических покрытий на детали из сплавов ВТ22 и ВТ3-1.

Решением проблемы «прижогов», возникающих во время операции «Отжиг» из-за растягивающих напряжений, являются создание благоприятной технологической наследственности, уменьшении растягивающих и по возможности создание сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое деталей перед нанесением гальванических покрытий.

Для решения вышеописанных проблем была поставлена цель провести опытные работы, которые заключались в оптимизации режимов шлифования по остаточным напряжениям.

Предварительные эксперименты на опытных деталях показали, что правильный выбор режимов шлифования обеспечивает на поверхности детали сжимающие или значительно уменьшает растягивающие остаточные напряжения. Таким образом, была поставлена цель добиться адгезии покрытий в рамках существующего технологического процесса, не предусматривающего применение упрочняющей обработки, как одного из способов обеспечения приемлемой адгезии покрытий.

5. Задачи работы:

- обеспечить адгезию хромового покрытия на деталях «поршень со штоком» из титановых сплавов ВТ3-1, ВТ-22 на основе исследования остаточных напряжений;
- оптимизировать режимы шлифования по остаточным напряжениям;
- исключить прижоги при шлифовании деталей из титановых сплавов;
- обеспечить благоприятную технологическую наследственность не только для исследуемых деталей, но и для других деталей – поршней, гидроцилиндров, штоков.

6. Основное содержание работы

Оптимизация процесса шлифования по остаточным напряжениям с целью обеспечения адгезии гальванических покрытий проводилась в виде опытных работ на деталях «поршень со штоком» из титановых сплавов ВТ3-1, ВТ-22 на основе исследования остаточных напряжений. Обеспечение адгезии покрытий деталей из титановых сплавов проводилось благодаря оптимизации режимов шлифования по остаточным напряжениям. Результаты работ позволили исключить прижоги при шлифовании деталей из титановых сплавов, обеспечить благоприятную технологическую наследственность не только для исследуемых деталей, но и для других деталей – поршней, гидроцилиндров, штоков.

В производстве АО «Авиаагрегат» штоки и поршни гидроцилиндров являются высокотехнологичными деталями, к которым предъявляются высокие требования по точности изготовления, износостойкости и герметичности гальванических покрытий. При этом одной из важных задач является повышение адгезии покрытий из никеля и хрома при нанесении гальванических покрытий на детали из сплавов ВТ22 и ВТ3-1.

В данной работе изложены результаты исследований проблемы отслаивания покрытия при хромировании штоков, изготавливаемых из ВТ22 и ВТ3-1. Технологический процесс производства штоков включает операции, ключевыми среди которых являются «Шлифование» и «Отжиг». Проведённые исследования показали, что в процессе шлифовальной обработки в поверхностном слое детали создаются растягивающие остаточные напряжения, значительно ухудшающие адгезию покрытий, и как следствие, приводящие к отслаиванию покрытий. При этом наиболее неблагоприятным является создание растягивающих остаточных напряжений при шлифовании в результате «прижогов».

7. Научная новизна работы

Была проведена оптимизация процесса шлифования по остаточным напряжениям для обеспечения адгезии гальванических покрытий. Данная методика отличается от

известных возможностью выбрать режим шлифования, основываясь на остаточных напряжениях. Это повышает адгезию гальванических покрытий;

Результаты работы базируются на проведении экспериментов на опытных деталях. Также результаты работ апробированы на деталях – штоках, цилиндрах, поршнях, изготавливаемых из титановых сплавов ВТ 22, ВТ 3-1 и сталей 30ХГСА, 30ХГСН2А;

Улучшение адгезии получено не только для деталей с хромовым покрытием, но и для деталей, покрытых никелем.

8. Результаты работы

- Проведены работы по обеспечению адгезии хромового покрытия на деталях «поршень со штоком» из титановых сплавов ВТ3-1, ВТ-22 на основе исследования остаточных напряжений;
- Проведённые исследования показали, что в процессе шлифовальной обработки в поверхностном слое детали создаются растягивающие остаточные напряжения, значительно ухудшающие адгезию покрытий, и как следствие, приводящие к отслаиванию покрытий;
- Обеспечение адгезии покрытий деталей из титановых сплавов проводилось благодаря оптимизации режимов шлифования по остаточным напряжениям;
- Результаты работ позволили исключить прижоги при шлифовании деталей из титановых сплавов, обеспечить благоприятную технологическую наследственность не только для исследуемых деталей, но и для других деталей – поршней, гидроцилиндров, штоков;
- Решением проблемы «прижогов», появляющихся во время операции «Отжиг», являются создание благоприятной технологической наследственности, уменьшении растягивающих и по возможности создание сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое деталей перед нанесением гальванических покрытий;
- Мероприятия по упрочнению штоков позволили обеспечить требуемую адгезию покрытий, однако для многих видов деталей упрочняющая обработка не предусмотрена технологическим процессом, в связи с чем дальнейшие работы были направлены на оптимизацию базового технологического процесса;
- Предварительные эксперименты на опытных деталях показали, что правильный выбор режимов шлифования обеспечивает на поверхности детали сжимающие или значительно уменьшает растягивающие остаточные напряжения;
- Опытные работы проводились на образцах – кольцах, вырезанных из деталей – штоков из материала ВТ3-1. Основными варьируемыми факторами, влияющими на параметр оптимизации – остаточные напряжения, были выбраны: скорость продольного перемещения стола, шаг поперечного перемещения шлифовального круга – припуск на обработку, скорость вращения образца;
- Поскольку деталь – «поршень со штоком» относится к классу полых цилиндров, определение остаточных напряжений осуществлялось на образцах – полукольцах с применением автоматизированного прибора АСБ-1;
- По результатам проведённых работ выбран режим шлифования, обеспечивающих сжимающие остаточные напряжения на поверхности и снижение, по сравнению с базовым режимом, растягивающих напряжений;
- Полученный режим шлифования исключил появление прижогов и обеспечил адгезию хромового покрытия при гальванической обработке детали «поршень со штоком» из материала ВТ3-1;
- Результаты работ апробированы на деталях – штоках, цилиндрах, поршнях, изготавливаемых из титановых сплавов ВТ 22, ВТ 3-1 и сталей 30ХГСА, 30ХГСН2А;
- Улучшение адгезии получено не только для деталей с хромовым покрытием, но и для деталей, покрытых никелем;

- Проведена оптимизация технологического процесса шлифовальной обработки по остаточным напряжениям для детали «поршень со штоком» с целью минимизации растягивающих и создания сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое;
- На основе исследования остаточных напряжений в поверхностном слое исключены прижоги, обеспечено наличие сжимающих остаточных напряжений, улучшающих адгезию гальванических покрытий. При этом величина подслояных растягивающих остаточных напряжений значительно снижена.

Краткое описание достигнутых результатов в 2018 г.

За 2018 г. по направлению профессиональной деятельности Луниным В.В. были получены следующие результаты:

- 1) Проведены работы по обеспечению адгезии хромового покрытия на деталях «поршень со штоком» из титановых сплавов ВТЗ-1, ВТ-22 на основе исследования остаточных напряжений.
- 2) Результаты работ позволили исключить прижоги при шлифовании деталей из титановых сплавов, обеспечить благоприятную технологическую наследственность не только для исследуемых деталей, но и для других деталей – поршней, гидроцилиндров, штоков.
- 3) Проведена оптимизация технологического процесса шлифовальной обработки по остаточным напряжениям для детали «поршень со штоком» с целью минимизации растягивающих и создания сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое.
- 4) На основе исследования остаточных напряжений в поверхностном слое исключены прижоги, обеспечено наличие сжимающих остаточных напряжений, улучшающих адгезию гальванических покрытий. При этом величина подслояных растягивающих остаточных напряжений была снижена.
- 5) Отлажены режимы алмазного выглаживания для детали поршень, вследствие чего были устранены течи при испытаниях на герметичность. Режимы алмазного выглаживания были успешно апробированы и на других деталях.
- 6) В производство была внедрена установка гидropескоструйного упрочнения, отлажены режимы упрочнения, что позволило добиться требуемых прочностных характеристик вместе с улучшением шероховатости поверхности обрабатываемых деталей.
- 7) Проведены многочисленные работы по отработке хромирования деталей из сталей и титановых сплавов.