

АВИАСТРОИТЕЛЬ ГОДА - 2016

Номинация:

« За создание новой технологии »

Тема «РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ ФАСОННОГО ПРОФИЛЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ»

Актуальность разработанной технологии обусловлена поиском способов и методов отделочно-упрочняющей обработки длинномерных тонкостенных деталей, а также обработки внутренних поверхностей полых деталей. К числу таких деталей относятся тонкостенные трубы, стрингеры, пояса, лонжероны, которые широко применяются для изготовления летательных аппаратов. На снимках представлены некоторые из деталей-представителей данного класса.



Рис. 1. Детали, подвергаемые упрочняющей обработке.

Однако анализ литературы показал, что, несмотря на многообразие динамических методов ППД на сегодняшний день нет эффективного решения этой проблемы. В связи с этим качестве одного из путей разрешения указанной проблемы предлагается метод обработки, основанный на создании конвективных потоков ферромагнитных частиц во вращающемся электромагнитном поле или иными словами метод магнитодинамической обработки.

Сущность метода заключается в следующем (Рис. 2). Если ферромагнитные неравноосные инденторы поместить во вращающееся электромагнитное поле достаточной напряженности, то они приходят в сложное, хаотичное движение, создавая своеобразный магнитоожигенный вращающийся (МОВ) слой (рис 3.). Хаотичное движение инденторов во вращающемся электромагнитном поле, приводит к большому количеству столкновений между инденторами, и обрабатываемыми изделиями сопровождающихся как прямыми, так и скользящим ударами. В процессе ударно-импульсного соударения инденторов происходит локальная упруго-пластическая деформация поверхности изделий, находящихся в рабочей зоне устройства. Для практического использования МОВ слоя ферромагнитных инденторов последние, помещают в рабочую камеру, вокруг которой располагают устройство, создающее в рабочей зоне этой камеры вращающееся электромагнитное поле.

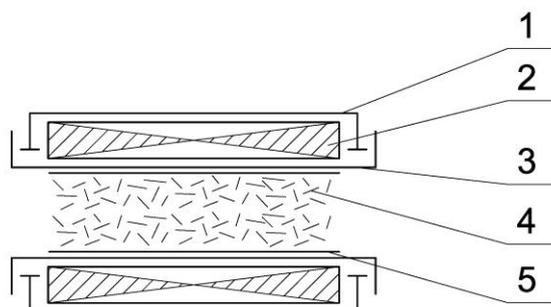


Рис.2. Схема устройства с вращающимся электромагнитным полем (ВЭМП):
1 - корпус; 2 - индуктор; 3 - рабочее пространство; 4 - инденторы; 5 - сменная вставка.



Рис. 3. Характер движения ферромагнитных частиц в слое:

Результаты экспериментальных исследований влияния основных технологических факторов магнитодинамической обработки на производительность процесса и качество поверхностного слоя показали следующее.

Основными технологическими факторами, определяющими интенсивность покрытия обрабатываемой поверхности пластическими отпечатками и как следствие производительность процесса, как показали теоретические исследования, являются массо-размерные соотношения инденторов обрабатывающей среды и рабочей зоны устройства, характеристики вращательного электромагнитного поля, от которых зависят энергосиловые возможности ферромагнитных инденторов.

В результате исследований установлено:

1) масса загрузки инденторов в рабочую зону устройства, образующих МОВ слой не должна превышать 3-х радиально расположенных кольцевых слоёв соизмеримых с длиной индентора;

2) увеличение индукции магнитного поля, свыше критической ниже которой обрабатываемая среда находится в «твёрдой» фазе, приводит к повышению интенсивности процесса и как следствие к росту производительности обработки;

3) оптимальная величина соотношения геометрических размеров ферромагнитных инденторов (отношение длины к диаметру), при котором достигается наилучший эффект обработки находится на уровне $l/d = 10$;

4) для обрабатываемых поверхностей с исходной высотой микронеровностей свыше $Ra=1,6$ мкм наблюдается её снижение при продолжительности в пределах 3-4 мин; дальнейшее увеличение продолжительности обработки приводит к росту высоты микропрофиля поверхности, что может быть объяснено возникновением перенаклепа, что как следствие при-

водит к разрушению поверхностного слоя и увеличению высоты микропрофиля поверхности.

5) с увеличением времени обработки величина микротвердости и остаточных напряжений сжатия на поверхности растет до определенного предела и стабилизируется на этом уровне. Отмечено, что максимальное упрочнение, для выбранных условий обработки, достигается при продолжительности обработки в пределах 3-4 мин.; дальнейшее увеличение времени обработки не приводит к росту микротвердости и остаточных напряжений сжатия, что подтверждает экспериментально установленный факт, что подвергаемый упрочнению материал имеет ограниченную способность к аккумуляции энергии деформации.

На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований разработаны методики расчёта технологических характеристик и параметров качества поверхностного слоя, формируемого в процессе магнитодинамической обработки. Предложен алгоритм, который позволяет полностью формализовать проектирование операций упрочнения магнитодинамическим методом, а его структура приемлема для встраивания в существующие и проектируемые САПР ТП изготовления деталей.

Процесс магнитодинамической упрочняющей обработки длинномерных деталей может быть реализован на установках проходного типа, принципиальная схема которой показана на рис. 3.

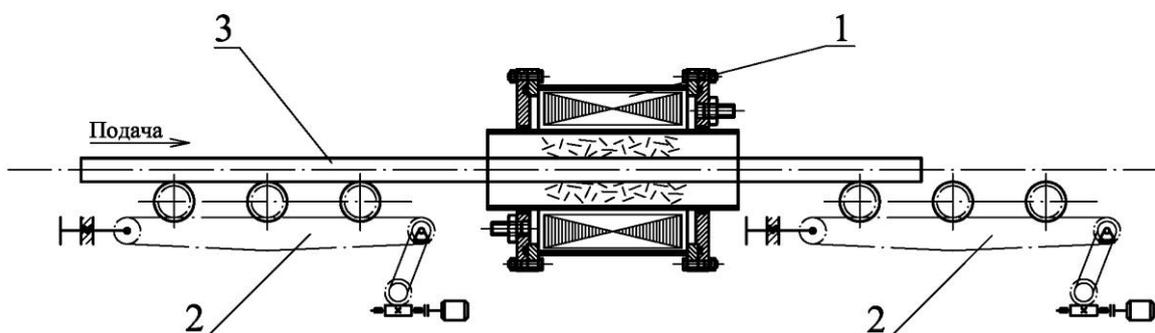


Рис. 3. Схема обработки длинномерных деталей: 1 - рабочий блок устройства с ВЭМП; 2 - приводной ролик с роликами; 3 - деталь.

Для непрерывного ведения процесса обработки длинномерных деталей целесообразно применять подающее устройство, обеспечивающее прохождение деталей через рабочую зону устройства с вращающимся электромагнитным полем.

Разработанный магнитодинамический метод предложен в качестве альтернативного метода упрочнения длинномерных деталей, реализуемого на установке дробеметного упрочнения УДП-2,5. Техничко-экономические преимущества магнитодинамической упрочняющей обработки длинномерных деталей приведены в табл. 1.

Таблица 1.

**Сравнительный анализ технических характеристик установок для
упрочнения длинномерных деталей.**

№ п/п	Характеристика	Ед. изм.	Установка УДП-2,5	Установка на базе устройства с ВЭМП
1.	Напряжение питающей сети	В	380	380
2.	Номинальная частота	Гц	50	50
3.	Число фаз	шт	3	3
4.	Установленная мощность	кВт	185	7
5.	Габаритные размеры обрабатываемого изделия: длина ширина высота	мм	6500 400 1600	6000 150 150
6.	Материал изделия	-	АК-4-1чТ В95пчТ1, - Т2,-Т3, 1163	Все немагнитные сплавы
7.	Размер обрабатывающей среды	мм	Дробь Ø2мм	Цилиндры l/d = 8-12 d=1-3мм
9.	Производительность (по обрабатывающей среде)	кг/мин	210	0,04-0,08
10.	Объем загрузки	кг	5000	0,4-0,8
11.	Уровень шума, не более	дБА	80	80
12.	Габаритные размеры длина ширина высота	мм	36000 6400 8800	720 880 1100

Как видно из табл. 1 магнитодинамическое упрочнение длинномерных деталей на установке проходного типа позволит снизить материалоемкость и энергоёмкость оборудования до 8 раз, сократить технологическое время обработки, перекрыть вспомогательное время на установку и как следствие повысить производительность процесса упрочнения порядка на 30 %, обеспечив параметры качества поверхностного слоя, регламентируемые техническими требованиями.

Результаты предварительных исследований показали, что предлагаемый метод вполне обоснованно расширяет технологические возможности динамических методов ППД и имеет своё целевое технологическое назначение, связанное с применением его на операциях упрочнения деталей, обладающих выраженными парамагнитными свойствами. К числу таких деталей относятся тонкостенные трубы, стрингеры, пояса, лонжероны, которые широко применяются для изготовления летательных аппаратов. Кроме

того этот метод обработки может быть использован на операциях, обеспечивавших подготовку поверхностей для сварки в среде инертных газов, нанесения антикоррозионных и других функциональных покрытий, а также улучшения качества уже сформированных на поверхности покрытий.