

УДК 621.923

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА АБРАЗИВНОЙ СРЕДЫ НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Шкурупий В.Г., канд. техн. наук

(Харьковский национальный экономический университет)

Введение и постановка задачи. Эффективность процесса абразивной обработки и состояние поверхностного слоя в значительной степени зависят от наличия в составе пасты химически активных веществ. Известно [1], что процесс обработки свободным абразивом сопровождается массовым динамическим воздействием зерен на обрабатываемый материал при активном участии среды, снимающей тончайшие стружки. Отсюда следует, что для обработки необходимо, чтобы химически активные вещества активно участвовали в разрушении твердого тела. Каждая из составляющих среды, как абразив [1, 2] так и полимерная составляющая, могут оказывать существенное влияние на скорость поверхностного разрушения металлов. Однако совместное влияние их остается малоизученным.

Механизм абразивного полирования – это сочетание процесса царапания обрабатываемой поверхности элементами поверхностей абразивных и алмазных зерен и химических процессов, протекающих под действием неабразивных составляющих рабочей среды.

При выборе активной составляющей абразивной среды необходимо учитывать возможное химическое воздействие на обрабатываемый материал и образующиеся химические соединения в процессе контакта зерен с обрабатываемым материалом. Под действием атмосферного кислорода воздуха, а также химически активных веществ абразивной среды на обработанной поверхности образуются пленки окислов и других химических соединений. Химически активное вещество должно способствовать образованию рыхлых пленок, легко удаляемых с поверхности. В связи с повышением температуры в зоне обработки химическая активность добавок абразивных сред должна возрастать.

Цель работы – разработка рекомендаций по выбору рабочей среды для абразивного полирования функциональных поверхностей деталей летательных аппаратов.

Материалы и результаты исследований. Из разных добавок для сопоставления их влияния на производительность обработки были выбраны применяемые в рецептуре абразивных составов добавки: анилин солянокислый и полимер – полиизопреновый каучук. В качестве абразива использовали электрокорунд нормальный. На рис 1. приведена зависимость съема материала с обрабатываемой поверхности при абразивном полировании образцов из сплава

36НХТЮ после шлифования (высота неровностей $R_{a_{исх}} = 0,85 \text{ мкм}$). После продолжительности полирования 60 с абразивным составом с полимером высота неровностей равнялась $R_a = 0,062 \text{ мкм}$, а с анилином солянокислым $R_a = 0,065 \text{ мкм}$. При обработке поверхностей с полимерными добавками увеличивается съем материала при относительном снижении высотных значений параметров шероховатости поверхности. Полимер, по-видимому, препятствует столкновению и дроблению абразивных зерен, а это способствует повышению съема материала с обрабатываемой поверхности (рис.1). Анализ зависимости показывает, что малая зернистость пасты с полимерными добавками приводит, по-видимому, к уменьшению шаржируемости зерен, что и приводит к уменьшению съема материала.

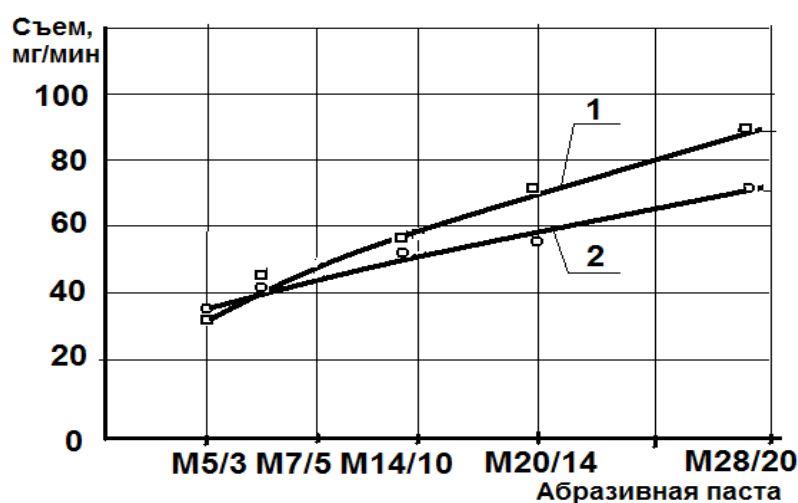


Рис. 1. Зависимость съема материала при обработке абразивными пастами с химически активными добавками: 1 – полимер; 2 – анилин солянокислый.

Особенность обработки абразивными составами с полимерными добавками состоит в том, что полимерные вещества в процессе обработки подвергаются механической, термической, окислительной и другим видам деструкции. При силовом воздействии абразивных зерен и полировальника на поверхность обрабатываемой детали в зоне резания-царапания при обработке происходит механическая деструкция полимеров. Молекулярный вес полимера может при этом уменьшаться. Обрыв цепочек сопровождается образованием свободных валентностей в местах обрыва, т.е. свободных микрорадикалов. Молекулярный вес снижается только при стабилизации этих микрорадикалов, т.е. при образовании стабильных обрывков исходных молекулярных цепочек. Стабилизация микрорадикалов также возможна при компенсации свободных валентностей на их концах в результате взаимодействия с веществами (акцепторами) из неабразивных составляющих паст. Имеются в виду вещества, способные легко отщеплять атомы или группы атомов для присоединения к свободным валентностям макрорадикалов и тем самым их стабилизировать. Часть из этих макрорадикалов, взаимодействуя с веществами, образуют соединения, способные к пере-

группировке, взаимодействию активированных атомов и групп атомов с веществами окружающей среды или соседних цепочек.

Устойчивость к тепловому воздействию и характер изменения макромолекул зависят от химической природы полимера и воздействия окружающих веществ. Чаще всего чистые полимеры наиболее термостойки. Наличие примесей и активных поверхностей полировальника и (ювенильной) металлической поверхности обрабатываемой детали способствуют химическому взаимодействию полимера и образованию новых продуктов с меньшим молекулярным весом. Ювенильная металлическая поверхность может выступать и в роли катализатора при химическом взаимодействии полимера с различными веществами абразивного состава и, кроме того, вступать в реакцию с полимером. Под влиянием окружающего воздуха протекает окислительная деструкция полимеров. Наиболее неустойчивы к окислительной деструкции – непредельные полимеры, обладающие двойными связями [1].

Продукты окислительной деструкции претерпевают ряд изменений и, обладая на различных стадиях своего изменения химической активностью, взаимодействуют с металлом обрабатываемой детали. Если вещества (акцепторы), способные взаимодействовать с разорванными макромолекулами, отсутствуют, то макрорадикалы взаимодействуют с соседними цепочками макромолекул полимера, вызывая разветвление цепочек, появление боковых связей (сшивание), или рекомбинируют между собой, образуя новые длинные цепочки. При этом не происходит укорачивания цепочек макромолекул и, следовательно, не снижается молекулярный вес полимера [1].

В процессе абразивной обработки механическое воздействие является не единственной причиной обрыва цепочек макромолекул полимеров, а активизируется, рядом сопутствующих факторов.

Обрабатываемая поверхность при резании-царапании абразивными зёрнами может нагреваться в локальных участках до значительных температур, и соприкосновение макромолекул полимера вызывает термическую деструкцию - разрыв макромолекулярных цепочек. Тепловое воздействие протекает не изолированно, а взаимоактивизируется и сочетается с другими видами деструктивного воздействия. Кроме того, возникновение концевых окислительных групп повышает адгезию полимера с соприкасающимися поверхностями, что имеет значение для химических реакций и удержания абразивного состава в зоне обработки.

Полимеры, входящие в состав абразивных паст, способны оказывать специфическое, в частности демпфирующее действие, что сказывается на достигаемой шероховатости поверхности. На скорость поверхностного диспергирования влияет не только процентное содержание полимера в абразивной среде, но и молекулярный вес используемого полимера [1].

С целью обеспечения эффективности процесса полирования и получения высокого качества поверхностного слоя обработанных деталей в состав пасты введено непредельное полимерное соединение в виде полиизопренового каучука, растворимого в минеральном масле. Такое соединение является, химически активным веществом, интенсифицирующим процесс съема металла. Введе-

ние в состав пасты полимерного вещества помогает избежать пересыхания при хранении и обеспечивает удержание абразива в зоне обработки. Полиизопрен или другой вводимый в пасту неперелый полимер, растворимый в минеральном масле, в процессе абразивного полирования подвергается механической и химической деструкции [1].

Адсорбция продуктов деструкции на поверхности облегчает пластифицирование металла в тонком поверхностном слое. Различные макромолекулы полимера в процессе полирования химически взаимодействуют с металлом обрабатываемой детали. Взаимодействуют и продукты деструкции макромолекул, что способствует повышению съема металла. Пластифицирование металла приводит к дискретному насыщению поверхностного слоя внутрикристаллическими дефектами. В связи с этим скорость съема металла возрастает. Зависит она от плотности продуктов деструкции в зоне контактирования, что определяется количеством полимерной составляющей в абразивной среде, максимальная скорость съема металла соответствует оптимальному содержанию полимера в активной зоне контакта. Частицы вещества (полимера), располагаясь между частицами дисперсионной жидкости, могут уменьшить их взаимодействие, что приводит к увеличению адсорбции последних на твердом теле. Частицы полимера могут адсорбироваться на твердом теле лучше, чем сама жидкость. Это должно привести к снижению поверхностной энергии твердого тела. Внешне результат этих процессов проявляется в повышении смачивающей способности твердого тела дисперсионной средой. Учитывая это, вещество добавки в абразивную среду должно в достаточной мере растворяться в жидкой среде и вызывать эффект снижения её поверхностного натяжения. Такими свойствами обладает неперелый полимерное соединение в виде полиизопренового каучука, растворимого в минеральном масле. Выбрав вещество, способное адсорбироваться на твердом теле из дисперсионной жидкой среды, надо учитывать возможное влияние природы самой жидкости, влияние свойств разрушаемого тела и адсорбируемого вещества. Чем выше поверхностное натяжение между частицами среды, тем менее её частицы способны к адсорбции на твердом теле и тем лучше на нем адсорбируется растворенное вещество. Влияние свойств поверхностного слоя обрабатываемого материала на адсорбцию вещества добавки можно выразить наблюдаемой на опыте закономерностью: неполярные твердые тела лучше адсорбируют неполярные вещества, полярные – полярные [3]. Академиком П.А. Ребиндером предложено уравнение полярностей. Согласно этому правилу вещество может адсорбироваться на поверхности раздела фаз твердое тело – жидкая среда, если оно в результате своего присутствия в поверхностном слое уравнивает разность полярностей этих фаз.

Существенное влияние на процесс полирования имеет консистенция пасты. Если используется паста повышенной жидкотекучести, то образуется тонкая смазочная пленка и абразивные зерна могут интенсивно внедряться в изделие. При наличии толстой смазочной пленки абразивные зерна выступают меньше и внедряются в изделие на меньшую глубину. При одной и той же зернистости микропорошка можно достигать различной производительности и шероховатости поверхности.

Таким образом, при подборе активных добавок в состав пасты необходимо учитывать поверхностное натяжение жидкостей дисперсионной среды и его изменение с помощью ввода поверхностно активных веществ; значение углов смачивания жидкостей изучаемых материалов и абразивов; смазочную способность веществ и их вязкость. Перечисленным требованиям отвечает паста, содержащая компоненты (в процентах):

полиизопреновый каучук, растворимый	
в минеральном масле	1 - 5
олеиновая кислота	15 - 21
стеариновая кислота	4 - 8
минеральное масло	24 - 29
абразив (электрокорунд - 3 части, глинозем - 1 часть)	34 - 38

Непредельное полимерное соединение (полиизопреновый каучук), растворимое в минеральном масле, является химически активным веществом, интенсифицирующим процесс съема металла. Введение в состав пасты полимерного вещества улучшает её сохранение без пересыхания и повышает адгезию к полировальнику, что обеспечивает удержание абразива в зоне обработки. Наличие абразивов разной зернистости повышает эффективность пасты вследствие того, что в зоне обработки расстояние между полировальником и обрабатываемой поверхностью всегда колеблется в каких-то пределах, и наличие более мелкой фракции способствует повышенному съему металла в зоне контакта абразива с поверхностью детали.

Выводы. 1. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что применение абразивных паст с полимерными веществами обеспечивает повышение производительности процесса полирования примерно на 20%.

2. Полимер препятствует столкновению и дроблению абразивных зерен, а это способствует повышению съема материала с обрабатываемой поверхности.

3. Полимер способствует снижению высотного параметра шероховатости поверхности R_a .

Список литературы

1. Гороховский Г.А. Полимеры в технологии обработки металлов. – Киев: Наукова думка, 1975. – 256 с.

2. Гороховский Г.А., Черненко П.А. Износ углеродистой стали в полимерно-абразивной среде // В сб. Повышение износостойкости и срока службы машин. – Киев, 1970. – С. 50.

3. Ребиндер П.А. Исследование в области физикохимии поверхностных явлений. – ОНТИ, 1936. – С. 20.