

Анализ финишных методов обработки поверхностным пластическим деформированием

Государственное предприятие «Харьковский машиностроительный завод «ФЭД»

Проанализированы результаты исследований процессов поверхностного пластического деформирования, что позволило сделать вывод о перспективности метода алмазного выглаживания. Показано, что основным препятствием для повышения эффективности алмазного выглаживания является прямо пропорциональная зависимость температуры в зоне контакта от скорости обработки. Установлено, что изучение влияния параметров режима обработки на энергосиловые характеристики процесса и стойкость инструмента является важной задачей. Решение поставленной задачи позволит вести эффективно управлять процессом алмазного выглаживания.

Ключевые слова: пластическое деформирование, упрочнение, алмазное выглаживание, финишная обработка, способы упрочнения, эффективность процесса.

Введение

Развитие современных технологий в авиастроении происходит в условиях повышения эффективности производства и конкурентоспособности выпускаемой продукции. В настоящее время одной из важнейших научно-технических задач является надежное обеспечение эксплуатационных характеристик деталей авиационных двигателей и агрегатов.

Одним из важных направлений повышения эксплуатационных характеристик рассматриваемых деталей является разработка новых и совершенствование уже существующих прогрессивных технологических процессов их изготовления. В основном это касается финишных методов обработки деталей, оказывающих решающее влияние на эксплуатационные характеристики поверхностного слоя. В этой связи представляют интерес способы финишной обработки деталей давлением, которые обеспечивают высокое качество поверхности в сочетании с высокой производительностью, надежностью и простотой выполнения процесса. Методы поверхностного пластического деформирования (ППД) находят широкое и непрерывно расширяющееся применение практически во всех отраслях промышленности с высокими технико-экономическими показателями [1].

Таким образом, поиск путей повышения эффективности процесса алмазного выглаживания является актуальной и важной задачей, что предопределило необходимость анализа методов финишной обработки поверхностным пластическим деформированием.

1. Анализ способов обработки ППД

Суть финишных методов обработки поверхностным пластическим деформированием состоит в силовом контактом воздействии деформирующего инструмента на поверхность заготовки в условиях их относительного движения. Процесс ППД выполняется без снятия стружки путем деформирования микронеровностей и прилегающих к поверхности слоев материала. При этом наблюдается интенсивное выглаживание поверхностных неровностей заготовки, сопровождающееся значительным упрочнением поверхностных слоев (повышением микро-

твердости и созданием благоприятных сжимающих напряжений). Кроме того, исключается шаржирование обработанной поверхности абразивными и другими частицами и становится возможным образование частично и полностью регулярных микрорельефов [2 – 5]. В результате происходит изменение геометрических и физических параметров поверхности: уменьшение шероховатости и упрочнение поверхностного слоя.

Классификация процессов ППД приведена в работе [6] (рис.). Вполне очевидно, что этот вид обработки применяется, в основном, для упрочнения поверхностного слоя деталей и как отделочно-чистовая технологическая операция.

Условно способы обработки ППД разделяют таким образом:

- статические;
- динамические;
- комбинированные.



Рис. Классификация способов поверхностного пластического деформирования

К статическим относятся способы, при которых осуществляется непрерывное контактное взаимодействие инструмента с заготовкой в процессе их взаимно-

го перемещения. В свою очередь, эти способы ППД по характеру контакта можно разделить на силовые качением и силовые скольжением. В первом случае обрабатывающий элемент обкатывает поверхность детали с трением качения, а во втором случае – скользит по ней с трением скольжения.

К статическим способам ППД, получившим наибольшее распространение в силу своей относительной простоты реализации и стабильности протекания процесса, относятся: дорнование, выглаживание и обкатывание (табл.).

Таблица
Технологические схемы статических способов поверхностно-пластической обработки

Схема процесса	Суть метода
<p>Упрочняющее раскатывание</p> 	<p>Качение инструмента (ролик, шар) по обрабатываемой поверхности, для плоских и выпуклых поверхностей – обкатывание, для внутренних поверхностей – раскатывание</p>
<p>Упрочняющее обкатывание</p> 	<p>Поверхности деталей тел вращения типа втулок, валов плоских поверхностей, HRC<44...55. Универсальное и специальное оборудование. Серийное и массовое производство</p>
<p>Выглаживание</p> 	<p>Скольжение инструмента по локально контактирующей с ним поверхности. Поверхности деталей тел вращения HRC<70. Тонкостенные и нежесткие детали. Универсальное оборудование. Индивидуальное и серийное производство</p>
<p>Вибрационное накатывание</p> 	<p>Поверхности деталей тел вращения и плоские поверхности. Универсальное оборудование. Индивидуальное и серийное производство</p>
<p>Поверхностное дорнование</p> 	<p>Поступательное скольжение дорна по охватываемой его поверхности. Детали типа втулок</p>
<p>Отделочно-упрочняющая обработка</p> 	<p>Обработка осуществляется цилиндрической пружиной, которая вращается вследствие контактного трения с поверхностью детали. Поверхности деталей тел вращения. Универсальное оборудование</p>

Примечание: n – частота вращения заготовки, об/мин; S – подача, об/мин; P – давление инструмента, Н.

В случае динамических способов обработки силы прижима периодически изменяются во время обработки, а элементы, выполняющие поверхностную пластическую обработку, либо находятся, либо не находятся в постоянном контакте с

обрабатываемой поверхностью и периодически воздействуют на нее с большой частотой. При этом взаимодействие инструмента с заготовкой носит дискретный, ударный характер. К таким способам относятся: дробеструйное упрочнение, вибрационная ударная обработка, дробеметная обработка, ультразвуковая и др.

К комбинированным способам обработки относят способы, предполагающие совмещение методов ППД с различными физико-химическими методами воздействия на заготовку. В качестве дополнительного воздействия можно применять: электромагнитное излучение, наложение ультразвуковых колебаний, предварительный нагрев, резание, охлаждение и др.

В настоящее время в связи с тем, что происходит непрерывное улучшение технологических и эксплуатационных свойств применяемых при ППД инструментов, расширяется область использования статических методов и повышается их эффективность [6]. Особый интерес представляет алмазное выглаживание как возможная альтернатива абразивной обработке.

2. Алмазное выглаживание

Алмазное выглаживание является одним из наиболее простых способов поверхностного пластического деформирования, который отличается высокой производительностью и стойкостью инструмента [7]. Выглаживанием достигается шероховатость $R_a=0,32...0,1$ мкм, а также обеспечиваются более благоприятные по сравнению с другими методами финишной обработки (суперфинишированием, хонингованием, полированием) характеристики микрогеометрии, такие как относительная опорная длина профиля, относительная опорная часть профиля, радиус скругления микронеровностей [8]. В процессе обработки повышается микротвердость поверхностного слоя, и формируются благоприятные сжимающие напряжения.

С точки зрения кинематики процесс алмазного выглаживания подобен течению с той лишь разницей, что вместо резца применяется алмазный выглаживатель, который, пластически деформируя поверхностный слой, выравнивает и упрочняет его. Как и при тчении одним из возможных путей повышения производительности алмазного выглаживания является увеличение скоростных параметров режимов обработки. Увеличение продольной подачи инструмента и скорости вращения детали способствует повышению производительности процесса, поэтому эти параметры режима обработки следует выбирать как можно большими в пределах, обеспечивающих требуемое качество поверхности детали. Однако увеличение скорости процесса неизбежно ведет к повышению температуры в зоне контакта инструмента и детали. Так, температура в очаге деформирования на глубине меньше 0,1 мм при скорости выглаживания 100 м/мин не превышает 200...400°C. Увеличение скорости до 400...500 м/мин приводит к возрастанию в 2 – 2,5 раза температуры в зоне контакта.

Повышение температуры в контактной зоне оказывает негативное влияние на стойкость инструмента. Снизить температуру процесса можно, применяя смазывающе-охлаждающие технологические среды (СОТС), или путем интенсификации теплоотвода в контактной зоне за счет теплопроводности, конвекции и излучения [9].

Применение СОТС при алмажном выглаживании оказывает значительное влияние на качество поверхности большинства материалов. Действие СОТС проявляется не только в охлаждении зоны обработки, но и в уменьшении трения в

зоне контакта, формировании пленки на поверхности алмаза, предохраняющей его от изнашивания, удалении шлама из контактной зоны.

Заключение

Проведенный анализ результатов исследований процессов поверхностного пластического деформирования позволяет сделать вывод о перспективности метода алмазного выглаживания. Однако, несмотря на все преимущества, метод не лишен недостатков. Упрочняющая обработка в большинстве случаев уступает абразивной по скорости достижения заданной шероховатости поверхности, а также оказывается наиболее эффективной в мелкосерийном производстве при обработке ответственных деталей.

Основным препятствием для повышения эффективности алмазного выглаживания является прямо пропорциональная зависимость температуры в зоне контакта от скорости. Поэтому важной задачей является изучение влияния параметров режима обработки на энергосиловые характеристики процесса и стойкость инструмента. Таким образом, возникает необходимость в разработке математической модели, позволяющей прогнозировать, а, следовательно, эффективно управлять процессом алмазного выглаживания.

Список литературы

1. Шнейдер, Ю.Г. Технология финишной обработки давлением [Текст]: справ. / Ю.Г. Шнейдер. – СПб.: Политехника, 1998. – 416 с.
2. Ардашинков, Б.Н. Исследование влияния шероховатости и наклепа на износостойкость [Текст] / Б.Н. Ардашинков, Ю. Р. Витенберг // Технологические методы повышения качества поверхности деталей машин. – Ленинград, 1978. – С. 162-167.
3. Ильин, Н.Н. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин на основе выбора способов отделочно-упрочняющей обработки по критерию работоспособности сопряженных поверхностных слоев: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.08 / Ильин Николай Николаевич. – М., 1994. – 472 с.
4. Каледин, Б.А. Повышение долговечности деталей поверхностным пластическим деформированием [Текст] / Б.А. Каледин, П.А. Чепя. – Минск: Наука и техника, 1974. – 230 с.
5. Лебедев, В.А. Технологическое обеспечение качества поверхности деталей при вибрационной ударно-импульсной обработке: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / Лебедев Валерий Александрович. – Ростов-на-Дону, 1984. – 198 с.
6. Замашников, Ю.И. Формирование напряженно-деформированного состояния поверхностного слоя локальным пластическим деформированием при жесткой кинематической связи: дис. ... д-ра тех. наук: 05.02.08, 05.03.01 / Замашников Юрий Иванович. – Иркутск, 2000. – 334 с.
7. Корсаков, В.С. Повышение долговечности машин технологическими методами [Текст] / В.С. Корсаков, Г.Э. Таурит. – Киев: Техника, 1986. – 156 с.
8. Одинцов, Е.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием [Текст]: справ. / Е.Г. Одинцов. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.

9. Евсин, Е.А. Исследование износа алмазного выглаживающего инструмента [Текст] / Е.А. Евсин // Совершенствование процессов обработки металлов резанием. – Ижевск, 1978. – С. 53-57.

Рецензент: д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры технологии производства авиационных двигателей В.К. Борисевич, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

Поступила в редакцию 25.01.2013

Аналіз фінішних методів обробки поверхневим пластичним деформуванням

Проаналізовано результати досліджень процесів поверхневого пластичного деформування, що дозволило зробити висновок про перспективність методу алмазного вигладжування. Показано, що основною перешкодою для підвищення ефективності алмазного вигладжування є прямо пропорційна залежність температури в зоні контакту від швидкості оброблення. Встановлено, що вивчення впливу параметрів режиму оброблення на енергосилові характеристики процесу та стійкість інструменту є важливим завданням. Рішення поставленої задачі дозволить вести ефективно управляти процесом алмазного вигладжування.

Ключові слова: пластичне деформування, зміцнення, алмазне вигладжування, фінішне оброблення, способи зміцнення, ефективність процесу.

Analysis of the methods the finish treatment by surface plastic deformation

An Analysis result of the research plastic deformation processes into the surface is offered. It led to the conclusion about the prospects of the diamond smoothing method. It is shown that the main obstacle to improving the efficiency of diamond smoothing is directly proportional of the temperature dependence away from speed of process in the contact zone. It was founded that the study of the influence of processing parameters of the mode on energy-power characteristics of the process and tool life is an important task. Solution of this problem will lead to the effective management of the diamond smoothing.

Keywords: plastic deformation, hardening, diamond smoothing, finishing, hardening methods, the process efficiency.