

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОВОДКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПАСТАМИ И СУСПЕНЗИЯМИ

Дитиненко С.А., канд. техн. наук

(Харьковский национальный экономический университет)

В статье обоснованы возможности и даны рекомендации высокоэффективной доводки поверхностей детали пастами и суспензиями.

Особую роль в техническом процессе изготовления деталей играют чистовые и отделочные методы обработки. Наиболее распространенным из них является алмазно-абразивная доводка, которая позволяет заменить шлифование, получить 12-14 классы чистоты поверхности и отклонения от требуемой геометрической формы обработанных (плоских, цилиндрических и сферических) поверхностей в пределах 0,1-0,3 мм [1-4].

Технологическое преимущество механических доводок заключается в том, что за одну операцию можно осуществить сначала черновой, а затем окончательный чистовой переход.

Эксплуатационные качества обработки поверхности после доводки могут быть выше, чем после точного шлифования, суперфиниша, хонингования.

В отечественной и зарубежной промышленности на доводочных станках обрабатываются: плоские поверхности поршневых колец, поворотных заслонок, кулисных камней, зубчатых секторов и шестерен, мембран, шатунов; плоские и цилиндрические поверхности деталей гидро - и топливной аппаратуры агрегатов, стыковые поверхности корпусных деталей, салазок ползунов и суппортов станков, торцевые поверхности подшипников, быстросменные твердосплавные пластины резцов, фрез, калибры, плоскопараллельные меры длины, торцевые поверхности наборных фрез и т.д.

В приборостроении широко применяются доводочные и полировальные станки для обработки деталей из труднообрабатываемых материалов, например, керамик марок ЦМ332 и 22ХС стеатита, твердых сплавов, рубина, кварца, кремния, арсенида галлия, ферритов, ситаллов и т.д.

В зависимости от способа подачи абразива в зону обработки различают следующие методы доводки:

- с непрерывной подачей абразивной смеси (суспензии) на рабочие поверхности притиров;
- с намазкой - нанесением абразивной алмазной смеси – пасты на притиры;
- притирами или плитами, предварительно шаржированными зёрнами паст.

По точности и шероховатости обработанной поверхности доводочные операции делятся на грубые – припуск на сторону 0,02-0,05 мм (чистота 9-10 классы (геометрия 3,5 мкм)), чистовые – припуск 0,005-0,01 мм (геометрия 1-2 мкм), чистота 10-11 классы, тонкие – припуск 0,0003-0,001 мм (точность 0,1-0,5 мкм), чистота 12-14 классы.

Доводка стальных деталей осуществляется шлифованием – и микропорош-

ками из электрокорунда Э (нормальный, белый, титанистый, хромистый), монокорунда МОНО, карбида кремния ВЗ, алмазными микропорошками АСМ, АСН, АМ и микропорошками эльбора ЛМ; доводка твердосплавных деталей карбидами кремния КЗ, бора В4С, алмазными микропорошками.

Окончательную доводку деталей из стали и мягких материалов (медь, алюминий и сплавы) рекомендуется выполнять абразивными материалами пониженной твердости (окись хрома, окись алюминия, крокус и глинозем, прокаленный при температуре 1200-1300 С). Применение этих абразивов позволяет устранить нагарживание их в материал детали.

Физическая сущность доводки. Абразивная доводка – процесс массового динамического воздействия абразивных зерен на обрабатываемый материал, происходящий при активном участии среды, в которой происходит снятие тончайших стружек. Доводка основывается на механических процессах, связанных с выкалыванием и отрыванием частиц обрабатываемого материала, образованием стружки, пластическим и другим деформированием и передеформированием обрабатываемой поверхности. Химические и физико-химические процессы последних связаны с образованием окислительных пленок.

При введении в состав суспензии поверхностно активных веществ на обрабатываемой поверхности адсорбируются полярные молекулы, проникающие вглубь обрабатываемого материала по микротрещинам, возникающим в процессе деформации поверхностного слоя. В результате адсорбционных процессов уменьшается твердость твердого тела.

Абразивные зерна на поверхности деталей из стали и чугуна воздействуют следующим образом: при переменном движении детали и притира относительно друг друга абразивные зерна то врезаются в материал притира и детали, то выходят из него, принимая каждый раз новое положение. При этом они изнашиваются со всех сторон. Как только действующее усилие на отдельные зерна превысит их прочность, затупившиеся зерна разламываются, образуя несколько мелких зерен, которые имеют острые режущие кромки. Таким образом, в процессе работы восстанавливается абразивная способность суспензии, хотя давление на режущие кромки зерен уменьшается и они оставляют следы на обрабатываемой поверхности меньшей глубины.

Особенность процесса доводки деталей шаржированными притирами по сравнению с доводкой свободными зернами паст и суспензией следующая.

Поэтому результаты доводки деталей стабильнее. Закрепленные в поверхности притира зерна внедряются в поверхность детали на меньшую глубину, чем зерна той же зернистости, находящиеся в свободном состоянии в слое пасты или суспензии.

Доводка суспензиями. При плоской односторонней и двухсторонней доводке объем снятого материала прямо пропорционален пути доводки и увеличивается с ростом зернистости абразива, давления P и скорости V .

Количество абразивной суспензии должно быть достаточным для того чтобы создать на всей поверхности притира равномерный слой. При разрыве слоя суспензии произойдет непосредственное соприкосновение поверхностей обрабатываемой детали и притира.

Вязкость жидкости оказывает незначительное влияние на абразивные свойства суспензии. Рабочая жидкость – веретенное масло, керосин и эмульсии (75% веретенного масла, 8% канифоля, 10% леиновой кислоты, 4,5% спирта, 4,5% каустической соды). Хорошо зарекомендовало себя веретенное масло.

Суспензии обычно применяются для окончательной доводки. Абразивная способность алмазных суспензий при доводке сталей X12Ф1 в 2,5-7,5 раза выше, чем абразивных суспензий (при тех же условиях обработки).

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), применяемые при алмазно-абразивной обработке. СОЖ способствует формированию поверхностного слоя детали и его модифицированию пленками различного назначения, например, антикоррозийными, гидрофобными и т.д.

Диспергирующее действие СОЖ позволяет эффективно снижать поверхностную энергию в зоне разрушения. За счет отвода тепла из зоны обработки снижается контактная температура.

СОЖ классифицируют по химической структуре и разделяют на углеводородные составы, эмульсионные и водные жидкости.

Водные СОЖ разделяются на электролиты, водные растворы поверхностных веществ (ПАВ) и суспензии. Часто используют комбинированные составы, содержащие одновременно растворы солей.

ПАВ. В зарубежной литературе СОЖ этого класса известны под названием химических или синтетических жидкостей.

Эмульсиями называются дисперсные системы, состоящие из двух жидкостей, взаимно нерастворимых или малорастворимых. Жидкость, являющаяся дисперсной фазой, распределена в форме мельчайших капелек. При обработке материалов резанием применяют эмульсии «масло в воде». Концентрат, разбавляемый водой, называют эмульсиями. Современные эмульсии являются сложными коллоидными системами, включающими эмульгаторы, активные присадки, ингибиторы коррозии, бактерицидные добавки и другие компоненты.

К углеводородным СОЖ относятся минеральные и растительные масла. Иногда используют компаундированные системы – смеси минеральных и растительных масел. Однако, последние дороги и дефицитны. Значительно чаще используют минеральные масла, легированные присадками. Последние по характеру действия можно разделить на: антифрикционные, противоизносные и противозадирные. Масла с присадками обычно гораздо эффективнее чистых минеральных масел. К углеводородным СОЖ относятся также органические растворители, например, четыреххлористый углерод, керосин.

Для подавления коррозионной агрессивности СОЖ используются ингибиторы и пассиваторы коррозии. Ингибиторы – вещества, замедляющие электрохимические процессы между внешней средой и металлом. Действие пассиваторов металла заключается в образовании на его поверхности защитной пленки, предохраняющей металл от дальнейшего развития коррозионных процессов. В качестве антикоррозионных присадок к водным растворам рекомендуется использовать соли щелочных металлов, буру, первичный и третичный фосфат, нитрит натрия, этаноламины, их соли с жирными кислотами. Для придания антикоррозионных свойств эмульсиям ингибиторам коррозии можно вводить как в

водную, так и в масляную фазы. В водную составляющую эмульсий вводят: нитриты натрия, калия и лития, соду, триэтаноламин, олеиновую кислоту, а в масляную: соединения бората глицерина с щелочами KOH, NaOH, LiOH, Ca(OH)₂, амином или спиртоамином. Наибольшее применение в производственных условиях находят: ингибитор коррозии – триэтаноламин и пассиватор – нитрит натрия.

СОЖ легко загнивает (особенно эмульсия). Радикальным средством повышения бактерицидности СОЖ является использование всевозможных бактерицидных присадок: финил-фенолата натрия и других продуктов фенольного типа, нитробутанола, четвертных аммониевых солей, метилового ацетата ртути, мертиолята, растворяемого в СОЖ 1:10⁵, 1:10⁶. Чаще используют порошок гексахлорфена (130 г гексахлорфена и 50 г каустической соды в 1 литре воды) – идет 1,2 г на 1 л эмульсии. К пенообразованию особенно склоны эмульсии и легкие минеральные масла. Антивсмениваемость водных композиций обеспечивают добавкой 5% смеси кальциевых солей слабых кислот и триэтаноламин-фосфата. Для эмульсий рекомендуется препарат, представляющий смесь минерального масла, полиэтилена и микрокристаллического парафина - 3÷5%. Для масляных СОЖ – присадка: 6÷12% соли карбоксильной кислоты, 2÷4% соли сульфокислоты, 0,05÷1% окисленного микровоска, 70÷90% минерального масла.

Выбор СОЖ:

для скоростного и обычного шлифования:

- МР-4 (углеводородная),
- МР-1 (масляная),
- Укринол-12 (эмульсия),
- Укринол-2;

для хонингования и суперфиниширования:

- 7-10% эмульсия НСК-5,
- ВН-4,
- ОСМ-1.

Взамен импортного Хонило-1 следует использовать ОСМ-1 на станки «Тилленхауз» для доводки сфер штоков.

СОЖ Укринол-1-12 и Аквол-2 в различных процентных соотношениях равнозначны составу «Чимперил20» разработанному фирмой Цинциннати (США) по максимальной величине безприжоговой подачи, удельной производительности шлифования, шероховатости и удельной мощности.

Необходим эффективный способ подвода СОЖ, т.е. истечение скорости жидкости из сопла или использование энергии воздушных потоков, окружающих шлифовальный круг.

Рекомендуемая СОЖ для хонингования

Тринатрий фосфат	250г
Тиамогевина	100г
Триэтаноламин	380г
Глицерин	200г
Нитрий натрия	300г
	на 100л

Получила применение СОЖ содержащая:

54% ПЭО (полиэтилен гликоль),

2% моноэтаноламина,

0,2% нитрит натрия,

0,05% ТМС-31.

Перспективы применения СОЖ.

Повышение эффективности действия СОЖ при обработке материалов резанием предполагает:

1. Изменение условий контактирования СОЖ с режущим инструментом и обрабатываемой деталью.
 - 1.1. Динамическая активация повышения скорости движения СОЖ относительно объекта процесса резания.
 - 1.2. Рациональная траектория движения СОЖ.
 - 1.3. Оптимизация количества (раствора) СОЖ.
2. Изменение физико-химических свойств СОЖ.
 - 2.1. Традиционное средство – легирование СОЖ присадками, содержащими химически и поверхностно-активное вещество.

Обычно стремятся повысить физическую и химическую активность СОЖ по отношению к обрабатываемой детали и режущему инструменту, чтобы создать на их контактирующих поверхностях более прочные и термостойкие химические и физические пленки.

В принципе для всех видов обработки металлов резанием можно создать типаж унифицированных СОЖ, включающих всего 12 составов. В это число входят одна эмульсия и одна синтетическая жидкость предназначенные специально для шлифования различных материалов и легкое масло с присадками для хонингования. Две масляные жидкости с различным количеством присадок для лезвийной и абразивной обработки труднообрабатываемых материалов. Одна – для обработки титановых сплавов.

Эффективность финишной обработки плоскостей на станках «Растр-350». Доводка плоскостей на станках «Растр-350» позволяет достигать 10÷11 классов чистоты поверхности и плоскостности до 0,001÷0,002 мм с обеспечением различного микрорельефа за счет возможности регулирования «рабочего движения» станка.

В результате сложения взаимно перпендикулярных колебаний шатунов с различными частотами каждая точка поверхности притира движется по траектории, имеющей вид сетки сложной конфигурации. На рис.1 показаны фрагменты траекторий, воспроизведенных станком.

Сетка траектории распределена по площади квадрата со сторонами, равными ходам шатунов. Траектория образуется из последовательно сменяющихся фигур вращений. Кадры чередуются с частотой $n=n_2-n_1$, где n_2 и n_1 – числа оборотов в минуту эксцентрикных валов с нерегулируемым шкивом и вариатором соответственно.

Рисунок траектории в каждом кадре индивидуален, а линии – строки, из которых состоит кадр, не повторяется в последующих кадрах. Сложность и неповторимость траекторий точек притира на практике означает, что каждое

зерно все время проходит по новому месту обрабатываемой поверхности и не оставляет на ней глубоких следов, благодаря чему уменьшается шероховатость. Многократное самопересечение траектории при непрерывной смене направления движения заставляет абразивные зерна работать всеми гранями своих вершин, что повышает режущую способность инструмента и увеличивает производительность процесса. Постепенное и плавное уменьшение амплитуд колебаний притира в конечной стадии доводки способствует ликвидации отдельных рисок и получению однородного микрорельефа на обработанной поверхности. Установлено, что на результаты доводки (особенно на алмазных плитах) оказывает влияние плотность сетки распределенной траектории. Плотность сетки определяется числом строк в кадре $N=(n_2 + n_1) : (n_2 - n_1)$. Она управляется изменением расстройки частот исходных колебаний $n_2 - n_1$: чем меньше расстройка, тем плотнее сетка.

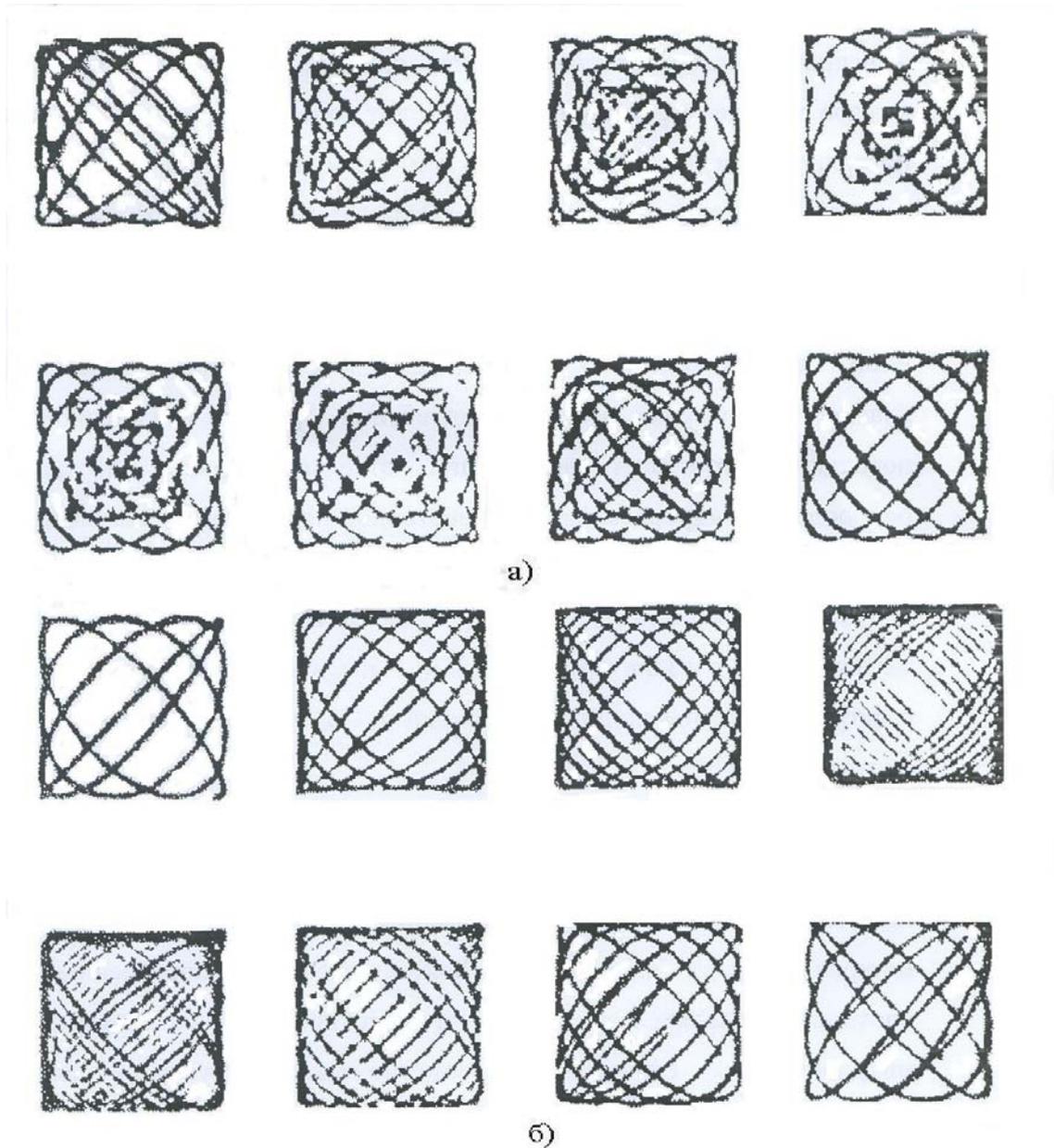


Рис.1. Траектории притира: а) при изменении расстройки частот; б) при изменении амплитуд колебаний.

Возможность плавного регулирования плотности позволяет подобрать на станке такую траекторию, при которой шероховатость доведенной поверхности для конкретного сочетания обрабатываемого и абразивного материала будет наименьшей. Более того, целенаправленный выбор плотности позволяет формировать на поверхности обрабатываемых деталей микрорельеф с оптимальной геометрической структурой для таких эксплуатационных свойств, как износостойкость, контактная жесткость, герметичность стыка и т.д.

Поскольку при доводке притир движется с равными мгновенными скоростями всех точек, пути трения деталей одинаковы по всей поверхности. Средняя скорость резания определяется формулой $V=3A(n_2+n_1)$, где A – амплитуда колебаний (половина хода шатунов). Единственным условием равномерного износа притира является равномерное распределение обрабатываемых деталей по его поверхности. Выполнение этого требования обеспечивается применением соответствующих кассет для укрепления обрабатываемых деталей.

Данная технология эффективно используется для обработки поверхностей ответственных деталей авиационного назначения.

Список литературы

1. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения./Под общей редакцией Ф.В.Новикова и А.В.Якимова. В десяти томах. – Т.6. «Качество обработки деталей машин» - Одесса: ОНПУ, 2005. – 716с.
2. Кедров С.М. Средства повышения производительности доводки металлов //Станки и инструмент, 1987, №6.
3. Дудко П.Д. Исследование процесса доводки стальных цилиндрических деталей свободным абразивом с осциллирующим движением притира. – Дис....канд. техн. наук. – Харьков: ХПИ, 1970. – 300 с.
4. Шкуруній В.Г. Підвищення ефективності технології фінішної обробки світловідбиваючих поверхонь деталей із тонкого листа і стрічок. – Автореф. дис....канд. техн. наук. – Одеса: ОНПУ, 2006. – 21 с.