

СУЩНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ФИНИШНОЙ ДОВОДКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Доц. Мурков О.С., асс. Правдивый И.Е. (ВГТУ)

Из различных литературных источников о сущности процесса доводки известен целый ряд мнений, которые в отдельных случаях носят противоречивый характер. Поэтому этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Многогранность процесса доводки металлических поверхностей с использованием специальных абразивных паст обусловлена протеканием на поверхностях трения сложного комплекса физико-механических и химических явлений. Это явилось предпосылкой того, что в настоящее время существует ряд воззрений на процесс доводки, среди которых можно выделить шесть основных гипотез.

Первая - химическая гипотеза, высказанная академиком И.В. Гребенцовым [1], основана на том положении, что при доводке главную роль играют химические процессы, в результате которых происходит механическое удаление более мягких окисных пленок, непрерывно образующихся на ювенильных поверхностях обрабатываемой детали под влиянием внешней среды.

Вторая - механическая гипотеза, предложенная А.В. Шубниковым [2], указывает, что в основу доводки кладется микрорезание обрабатываемой поверхности и наклеп за счет воздействия свободных и шаржированных в доводочный инструмент абразивных зерен.

По третьей гипотезе, принадлежащей Бейльби [3], отдельные кристаллы или микроучастки доводимой поверхности под воздействием трения быстро разогреваются и оплавляются, после чего под влиянием сил поверхностного натяжения происходит выравнивание наружного слоя, который затем мгновенно застывает и приобретает стеклообразный аморфный вид (слой Бейльби). При этом Бейльби указывает на принципиальное различие между процессами шлифования и доводки. По его мнению, сущность шлифования состоит в микрорезании обрабатываемой поверхности абразивными, а процесс доводки (полирования) заключается в течении поверхностного слоя металла.

В четвертой гипотезе П.П. Панасовым [4] отдано предпочтение процессам микрорезания и смятия поверхностных слоев металла, происходящих пре-

имущественно под воздействием свободных абразивных зерен, что в некоторой степени проводит аналогию между шлифованием и доводкой.

Пятая гипотеза пластического деформирования по мнению ее автора, академика П.А. Ребиндера [5], объясняет процесс доводки протекающими пластическими деформациями и течением микрорельефа поверхностного слоя детали при ее контакте с доводочным инструментом. Это стало возможным благодаря адсорбционному понижению прочности поверхности металла под воздействием поверхностно-активных веществ (ПАВ) в пасте (эффект П.А. Ребиндера).

Шестая - комбинированная гипотеза, которую высказал П.И. Ящерицын [6], рассматривает доводку, как сложный процесс, при котором происходят не только механические процессы резания и наклепа, но также и химические.

Для анализа и оценки этих гипотез на рис. 1 приведена схема поверхностного слоя металла. В зависимости от удельного давления на площадках контакта, зернистости, твердости и концентрации абразивных зерен микропорошка в доводочной пасте и других факторов можно подтвердить и проиллюстрировать любую из приведенных гипотез. Химическая гипотеза И.В. Гребенщикова реализуется при внедрении абразивных зерен в поверхность шарика не глубже окисного слоя 4 (рис. 1). Согласно гипотезы П.А. Ребиндера, абразивные частицы внедряются в поверхностный металл на глубину залегания пластифицированного слоя 3. В данном случае при обработке абразивные зерна не снимают микростружку (прямое диспергирование), а как бы "долбят" поверхность металла, разрыхляя ее, что приводит к многократному деформированию и пластическому течению отдельных микроучастков поверхности, в результате чего происходит съем припуска и дробление абразивных зерен. Вместе с тем, на основании положения механической гипотезы А.В. Шубникова абразивные зерна должны углубляться в поверхность до глубины деформированного и цельного металла (слои 1 и 2, рис. 1).

Таким образом, с помощью рассмотренной схемы можно охарактеризовать любую из известных гипотез и объяснить их возможную противоречивость. Так, П.П. Панасов утверждает [4], что производительность доводки практически не изменяется в связи с использованием в качестве активной добавки поверхностно-активной олеиновой кислоты. Здесь, вероятно, проявился тот случай, когда абразивные зерна производили микрорезание со снятием слоя металла

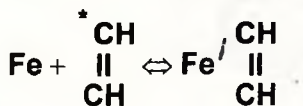
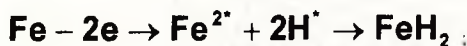
большей глубины, чем толщина, на которую распространялось действие поверхностно-активных веществ.

Вместе с тем, многократные исследования процесса доводки, а также имеющийся производственный опыт показывает, что в ходе обработки в зависимости от ее продолжительности, состояния рабочего инструмента и степени изношенности пасты могут иметь место все высказанные в предыдущих гипотезах процессы, а именно: снятие окисных пленок, механическое микрорезание абразивными зернами и пластическое деформирование микрорельефа. При этом характерно отметить, что в определенный период цикла доводки один из этих процессов является превалирующим, т.е. оказывает наибольшее влияние на величину съема припуска, качество и формообразование поверхности.

В дополнение к сказанному следует отметить, что мы также считаем важную роль обычных углеводородных компонентов пасты, например, машинного масла в обеспечении повышения съема припуска. В частности, в процессе трения под воздействием очень высоких энергий в весьма малом объеме граничного слоя пасты происходит радикализация углеводородных компонентов пасты. При этом возможен разрыв межатомных химических связей, даже таких, как ковалентные связи C-C с энергиями 30-80 ккал/моль. Осколки молекул представляют собой чрезвычайно активные радикалы, способные давать ряд соединений, в частности, при разрыве углеводородной цепи молекул масла, парафина или стеорина могут происходить следующие реакции:



При этом радикалы ионизированного водорода и ацетилен способны реагировать с поверхностью металла с образованием гидридов и ацетиленидов:



Гидриды железа весьма хрупки и легко скалываются абразивными зернами при трении, а ацетилениды железа неустойчивы и разлагаются со взрывом.

Вместе с тем, поверхностно-активные вещества не только обеспечивают эффект Ребиндера, но могут еще служить и химическим посредником в обеспечении съема припуска. Мы считаем, что поверхностно-активные вещества, содержащие карбоксильные группы COOH , в зонах контакта под воздействием высокой энергии трения могут образовывать радикалы:



Атомарные кислород и водород активно реагируют с поверхностью металла, образуя хрупкие поверхностные пленки вторичных структур, которые под действием сил трения и раздробленных абразивных зерен беспрепятственно снимаются. При этом окись углерода может служить транспортным средством переноса металла с поверхности в жидкость через карбонильные соединения:



Благодаря этим процессам, и протекает диспергирование тончайшего поверхностного слоя обрабатываемого изделия в присутствии поверхностно-активного компонента пасты.

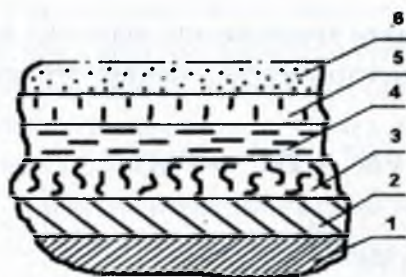


Рис. 1. Схема структуры поверхностного слоя металла при трении в присутствии смазки (пасты).

- 1 - цельный металл;
- 2 - деформированный металл;
- 3 - пластифицированный слой металла, насыщенный дислокациями;
- 4 - окисный слой металла;
- 5 - адсорбционный (хемосорбционный) слой молекул ПАВ;
- 6 - слой доводочной пасты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гребенчиков И.В. О шлифовке и полировке. - М.: Машгиз, 1963. - 260 с.
2. Шубников А.В. К вопросу о сущности процесса шлифовки и полировки твердых тел. - Труды Ломоносовского института АН СССР, 1936, вып. 8.
3. Veilbi C. Aggregation dud flow of Solids. - London, 1921.
4. Панасов П.П. Исследование физической сущности процесса плоской притирки при непрерывной подаче абразивной эмульсии. - Труды Уральского политехнического института им. С.М. Кирова. Вопросы технологии машиностроения. Сб. XVIII, Свердловск, 1959, с. 119-128.
5. Горюнов Ю.В., Перцов Н.В., Сумм Б.Д. Эффект Ребиндера. - М.: Изд-во АН СССР, 1966.
6. Ящерицын П.И., Зайцев А.Г., Барботько А.И. Тонкие доводочные процессы обработки деталей машин и приборов. - Мн.: Наука и техника, 1976.