

[11] Шустов Ю.Б. Расчет физико-геометрических параметров электролизера для систем приготовления водотопливных эмульсий // Труды ГИИВТ, вып. 254. – Горький, 1991. – с. 110–116.

В.М. Сорокин

ФГБОУ ВПО «НГСХА»

В.И. Котельников

ФГБОУ ВПО «НГТУ им. Р.Е.Алексеева»

К ВОПРОСУ О ПОВЕРХНОСТНО ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Ключевые слова: параметр, обработка, пластический сдвиг, резание, удельное давление, напряжение, регулярный микрорельеф, режущая грань, индентор, деформация.

Даны основные определения пластического деформирования поверхности стальных деталей выглаживанием. Рассмотрены отличия пластической деформации без изменения объема деформируемого материала поверхностного слоя от обработки резанием, например алмазным выглаживанием.

Поверхностно пластическое деформирование (ППД) – есть технологический процесс, при котором давящий инструмент (индентор) воздействует на обрабатываемую поверхность, без изменения её объема.

Например, накатыванием шариковыми роликовыми накатками, К ППД можно отнести дорнование внутренних поверхностей, если оно не сопровождается резанием. В отличие от ППД обработка металла резанием подразумевает удаление части металла с поверхности. Например, шлифование, притирка, протяжка и т.д.

В последнее время в технической литературе появляются публикации, в которых авторы, ссылаясь на предшественников, путают данные понятия, принимая процессы резания за пластическое деформирование и наоборот. Так в работах [1] и [2], со ссылкой на работу [3], авторы причислили процесс алмазного выглаживания к ППД, приведя классический пример В.М. Смелянского по накатыванию поверхности. Следует сказать, что процесс алмазного выглаживания осуществляется режущей гранью синтетического алмаза, зажатого в специальную державку. При этом процессе твердая грань алмаза срезает вершины шероховатости поверхности детали. Давление на единицу площади, практически стянутой в одну короткую линию настолько высоко, что в зоне контакта развивается высокая температура, облегчая процесс среза вершин шероховатости, оставшиеся от предшествующей обработки.

Следует отметить и тот факт, что при холодной обработке стали ППД любым инструментом перед давящим индентором, никогда не образуется «волна смещаемого металла». В.М. Смелянский, описывая процесс образования «волны смещения», говорил о мягких материалах, таких как алюминий и медь. Сталь, обладая высокой прочностью и твердостью, даже при высоких температурах нагрева поверхности, не образует «волну смещения».

Экспериментальные работы, как по ППД нагретой до температур разупрочнения поверхности, так и ППД по холодному металлу, различными инденторами, убедительно это доказали.

В качестве примера приведем изменения, происходящие в поверхностном слое при выглаживании внутренней цилиндрической поверхности деталей из углеродистой конструкционной стали, холодным способом и с нагревом поверхности до температур $T=550-650^{\circ}\text{C}$. На рисунке 1 показан инструмент и нагреваемая втулка перед обработкой выглаживанием внутренней цилиндрической поверхности.

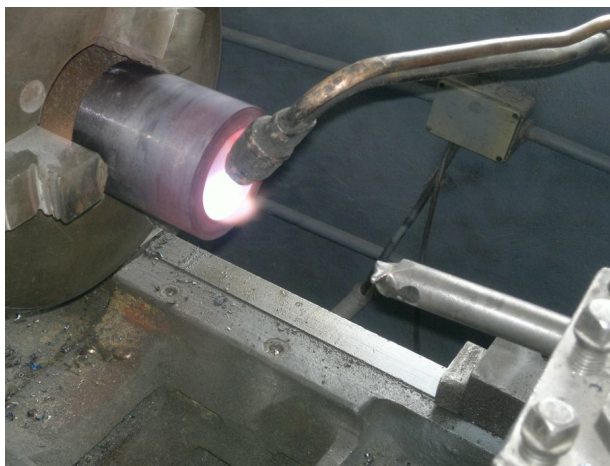


Рис. 1. Фотография нагрева втулки перед выглаживанием внутренней цилиндрической поверхности с нагревом (инструмент – гладилка имеет сферическую контактную часть из материала Т5К10, втулка из стали)

Повышение температуры нагрева ведет к резкому снижению сопротивления пластическим деформациям. При этом повышается пластичность металла. В области температур (550–650°C) наблюдается наибольшее повышение показателей пластичности металла без значительного изменения внутренней структуры металла. Более высокая температура нагрева детали при механической обработке ППД, не допустима, поскольку структура обработанного поверхностного слоя детали может быть значительно изменена и не соответствовать центральным (осевым зонам) цилиндрической заготовки.

Большинство авторов работ по тепловым процессам в зоне резания металла (А.Н. Резников, Н.И. Рыкалин и др.) сходятся во мнении, что снижение сопротивления пластической деформации, при повышенных температурах, объясняется облегчением возможности образования плоскостей скольжения дислокаций [4], [5]. Это происходит в результате увеличения амплитуды колебаний атомов в узлах кристаллической решетки нагретого металла. В первую очередь, такое снижение прочности происходит по границам зерен структуры нагретого металла, как наиболее напряженным участкам с различно ориентированными, искаженными ликвационными плоскостями сдвига [6].

Принимая данное положение за основу можно сказать, что при ППД по нагретой поверхности усилие деформации на сдвиг определенной массы нагретого металла в тонком поверхностном слое будет затрачена значительно меньшая величина усилия, чем на сдвиг холодного металла. Причем величина усилия, прикладываемого к индентору при холодной обработке поверхности, в десятки раз превышает декларируемую в работах [1] и [2]. В результате ППД холодного металла сопровождается смятием вершин шероховатости с образованием регулярного микрорельефа на поверхности, обработанной детали [7].

При обработке нагретого металла, процесс пластического течения может регулироваться и осуществляется под действием значительно меньшей по величине удельной величины давления на единицу площади контакта индентора с поверхностью. Процесс сопровождается пластическим сдвигом поверхностных зерен металла с их расплыванием и разворотом. Данное явление фактического уплотнения нагретого слоя (в пределах 10–25 мкм) дает возможность обеспечить изделию более высокие эксплуатационные свойства.

Например, выглаживание нагретой поверхности обеспечивает повышенные антифрикционные свойства при работе сопряжения в подшипниках скольжения, а пере-

ориентация структурных зерен металла в поверхностном слое повышает стойкость поверхности к образованию трещин разгара в импульсных машинах. Аналогичные примеры промышленного положительного использования ППД можно продолжить.

Обработка ППД с нагревом сопровождается небольшим увеличением микро твердости поверхностного слоя и не сопровождается возникновением в слое каких либо напряжений [8]. Кстати, и при холодной обработке выглаживанием наличия напряжений не обнаружено.

Список литературы:

- [1] Бутенко В.И. Выбор управляемых параметров при моделировании отделочно-упрочняющей обработки деталей машин./ В.И. Бутенко, А.Д. Кудинский // Сб. X Международной науч. техн. конф. «Прогрессивные технологии в современном машиностроении», Пенза 2014, С. 7–11.
- [2] Бутенко В.И. Методические основы исследования пластического структурирования материала при отделочно-упрочняющей обработке деталей./ В.И. Бутенко // Сб. X Международной науч. техн. конф. «Прогрессивные технологии в современном машиностроении», Пенза 2014, С. 12–15.
- [3] Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностно пластическим деформированием. – М.: Машиностроение, 2002, - 300 с.
- [4] Резников А.Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов / А.Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1981. – 280 с.
- [5] Рыкалин, Н.И. Обработка металлов лазером / Н.И. Рыкалин. – М.: Машиностроение, 1982. – 336 с.
- [6] Лифшиц Э.И. Материаловедение в вопросах и ответах / Э.И. Лифшиц. – М.: Наука, 1988. – 375 с.
- [7] Сорокин В.М. Прогрессивные отделочно-упрочняющие способы обработки / В.М. Сорокин. – Горький : ГПИ, 1981. – 82 с.
- [8] Котельников В.И. Основы резания металла с нагревом Монография.– Н. Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2011.-199с.

В.М. Сорокин, А.А. Тихонов, В.В. Иванов, А.А. Ефремов

ФГБОУ ВПО «НГСХА»

А.В. Михеев

ФГБОУ ВПО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»

Е.С. Танчук

ПК ООО «Спектр-Б».

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АНТИФРИКЦИОННЫХ ПЛЕНОК, ПРИ ВИБРОДОРНОВАНИИ

Ключевые слова: изделия-детали, поверхностный слой, капиллярные системы, вибродорнование, технологические жидкости и УЗК.

Рассматривается механизм формирования антифрикционноупрочненного поверхностного слоя деталей через капиллярные системы, образующиеся при вибродорновании с УЗК в жидкостях. Приводятся результаты экспериментальных исследований.

Большинство эксплуатационных свойств деталей машин зависит от качества их поверхностей, формируемого на заключительных этапах различных технологических процессов. Часто такими этапами являются процессы поверхностно-пластичного деформирования (ППД) в сочетании с покрытиями, комбинированная обработка с использованием различных видов энергии (КАУО и др.). В связи с этим значительный научный интерес представляет механизм формирования качества поверхности при