

УДК 621.787

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ МЕТАЛЛА ПОСЛЕ
УПРОЧНЕНИЯ МЕТОДОМ ППД
С ПРИМЕНЕНИЕМ
СЛОЖНОПРОФИЛЬНОГО
ИНСТРУМЕНТА**

Митрофанова К.С., магистрант
гр. КТм-151, II курс

Научный руководитель: Блюменштейн В.Ю.,
д-р техн. наук, профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Как известно, упрочнение методом поверхностного пластического деформирования (ППД) относится к высокопроизводительным методам финишной обработки и находит применение в различных отраслях промышленности, включая горное машиностроение, авто- и приборостроение и др.

Преимущества ППД заключаются в значительном повышении микротвердости и степени упрочнения, создании благоприятных сжимающих напряжений и образовании благоприятного микрорельефа [1-2].

Сущность метода заключается в воздействии инструмента (роликов, шариков), деформирующие элементы (ДЭ) которого взаимодействуют с обрабатываемой поверхностью.

Метод развивается в направлении создания новых схем обработки, разработке эффективных конструкций упрочняющих инструментов а также в создании совмещенных и комбинированных методов ППД.

Ранее В.М. Смелянским разработана механическая теория процесса ППД, проведено моделирование напряженно-деформированного состояния очага деформации и закономерности формирования поверхностного слоя деталей машин. Установлено, что при обработке ППД возникает очаг деформации (ОД), форма и размеры которого зависят от технологических факторов (рис. 1.2) [1]. Движение частицы металла осуществляется по линии тока, взятой на определенной глубине и определяемой из решения задач механики.

Перемещаясь вдоль линии тока, эквидистантной профилю очага деформации, частица проходит через три состояния: начальное, текущее и конечное. Анализ модели позволил получить распределение компонент тензора напряжений и деформаций и оценить влияние гидростатического давления на исчерпание запаса пластичности металла.

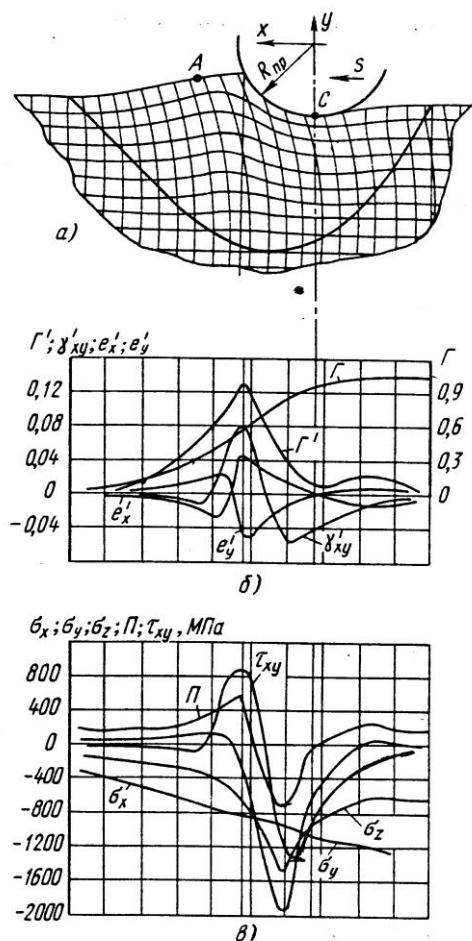


Рисунок 1.2 - Сечение очага деформации в плоскости подачи инструмента при обкатывании (а) и распределение параметров деформированного (б) и напряженного (в) состояний вдоль первого ряда координатных ячеек, примыкающих к поверхности детали

В.Ю. Блюменштейн в дальнейшем развил указанную модель в направлении учета технологического наследования и показал влияние гидростатического давления в очаге деформации на формирование поверхностного слоя обрабатываемого металла [2, 3].

Полученные закономерности положены в основу механики технологического наследования, что позволило разработать конструкции специальных сложнопрофильных деформирующих инструментов [4,5,6].

Одним из специальных деформирующих инструментов, разработанных на каф. ТМС КузГТУ, является мультирадиусный ролик, представляющий собой комбинацию 4-х инденторов (рис. 1.3), расположенных относительно друг друга с определенным смещением в радиальном и осевом направлениях (патент РФ № 2530600) [6].

Ключевой особенностью мультирадиусного ролика является возможность создания большого гидростатического давления в поверхностном слое металла за счет специфической конструкции.

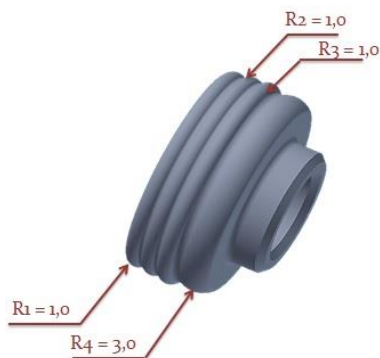


Рисунок 1.3 – 3D схема мультирадиусного ролика

В настоящий момент проведены исследования поверхностного слоя детали после упрочнения металла методом поверхностного пластического деформирования (ППД) мультирадиусным роликом.

Образцы из отожжённой стали 45 ГОСТ 1050-88 обрабатывались в упругом режиме, с подачей $S=0,07$ мм/об, усилием $P=200$ Н, числом оборотов $n=630$ об/мин. По окончании обработки выполнялась пробоподготовка, включающая вырезку сегментов, запрессовку в эпоксидную смолу, многократное шлифование и полирование. Измерения микротвердости на приборе Dura Scan 20 позволили установить, что новая схема обработки мультирадиусным инструментом приводит к увеличению микротвердости поверхностного слоя с 190 HV до 350-360 HV. При этом распределение микротвердости и численные значения после обработки более равномерны и стабильны (рис. 1.4). Очаг пластической деформации вытягивается в длину вдоль оси заготовки, уменьшается поперечное сечение. Наиболее высокие значения микротвердости наблюдаются в сечениях перпендикулярных передней внеконтактной поверхности пластической волны впереди ролика.

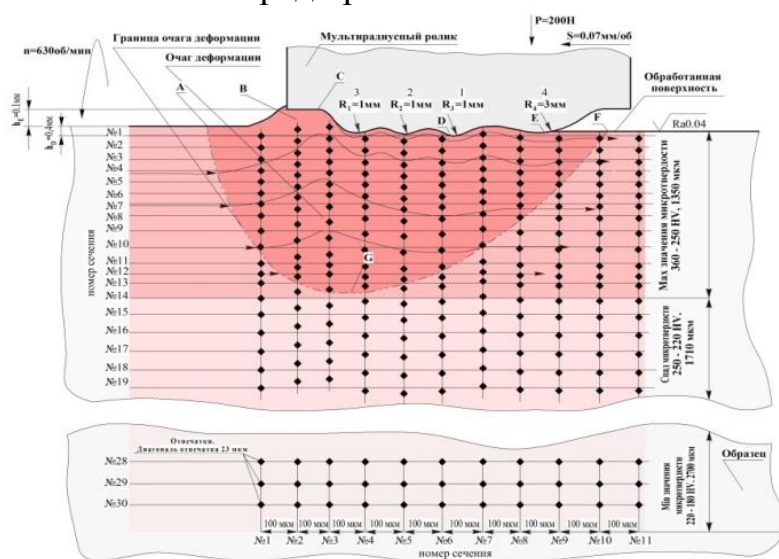


Рисунок 1.4 – Схема распределения микротвердости

Сравнительный анализ глубины и степени упрочнения показал, что численные значения после обработки мультирадиусным роликом выше в 2 раза в сравнении с традиционным методом ППД.

Рентгеноструктурный анализ тонкого поверхностного слоя показал, что в поверхностном слое детали формируются структуры и субструктуры наноразмерной величины, которым присущи новые физико-механические свойства.

Обработка мультирадиусным инструментом позволила получить новые более высокие физико-механических свойства поверхностного слоя деталей.

Список литературы

1. Смелянский В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. – М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.
2. Блюменштейн В. Ю., Смелянский В. М. Механика технологического наследования на стадиях обработки и эксплуатации деталей машин. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 400 с.
3. Блюменштейн В.Ю., Махалов М.С. Влияние режимов размерного совмещенного обкатывания на механическое состояние поверхностного слоя // Упрочняющие технологии и покрытия. 2006. № 5. С. 21-29.
4. Блюменштейн В.Ю., Кречетов А.А., Махалов М.С., Останин О.А. Ролик обкатной двухрадиусный : пат. 2530600 Рос. Федерация. № 2013135794/02; регист. 30.07.2013 опуб. 2014
5. Блюменштейн В.Ю., Кречетов А.А., Махалов М.С., Останин О.А. Ролик обкатной комбинированный : пат. 2529335 Рос. Федерация. № 2013135796/02; опубл. 30.07.2013
6. Блюменштейн В.Ю., Кречетов А.А., Махалов М.С., Останин О.А. Ролик обкатной мультирадиусный : пат. 2557377 Рос. Федерация. № 2013135797/02 ; заявл. 20.07.2015; опубл. 27.05.2016, Бюл. № 27 (II ч.). 6 с.