

Годная деталь должна проходить через все три отверстия (опоры) от легкого толчка руки. Все обработанные детали по названному комплексу проверок полностью удовлетворяли предъявляемым к ним требованиям.

Кроме того, на всех обработанных деталях были измерены диаметральные размеры в пяти сечениях по длине в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Разброс диаметров каждой детали не превышал 0,02 мм, эллипсность 0,01 мм. Измерения проводились рычажной скобой с ценой деления 0,005 мм. Дополнительно контроль диаметральных размеров проводился калибром-скобой, предоставленным заводом. Все детали отвечали требованиям, предъявляемым к точности обработки по диаметру. Для обеспечения возможности сравнения с базовым технологическим процессом бесцентрового шлифования на автоматической линии были произвольно отобраны 50 деталей, обработанных по базовому процессу. У отобранных деталей также измерены диаметральные размеры в соответствующих плоскостях. По результатам измерений построена гистограмма. По гистограмме видно, что партия обработанных базовым методом деталей имеет запас по диаметральной точности всего 0,005 мм, тогда как у обработанной комбинированным методом партии деталей запас составляет 0,02 мм. Кроме того, наименьший размер детали из обработанной комбинированным методом партии совпадает с нижней границей поля допуска, что допускает продолжительную обработку без подналадки инструмента, учитывая возможный износ режущего инструмента во времени.

Отделом технического контроля цеха на трех обработанных деталях была измерена величина шероховатости поверхности в различных точках. Измерения показали, что шероховатость находилась в пределах $Ra = 0,08...0,32$ мкм, что соответствует ТУ на изготовление детали.

При внедрении в эксплуатацию технологической системы, реализующей метод комбинированной режуще-деформирующей обработки резко сокращаются требующиеся производственные площади, потребление расходных материалов (СОЖ, масло, ветошь), снижается энергопотребление (суммарная мощность электродвигателей, установленных на станке, на порядок меньше, чем установленных на автоматической линии). Вместе с тем повышается коэффициент использования материала, производительность обработки, а также качество обработанных деталей.

К вопросу о влиянии геометрических параметров качества поверхности заготовки на макро- и микрогеометрию обрабатываемой поверхности детали при прошивании

к.т.н. Бекаев А.А., д.т.н. проф. Кузнецов В.А., к.т.н. Щедрин А.В., к.т.н. Скоромнов В.М.
МГТУ «МАМИ»

При обработке отверстий круглыми и шлицевыми прошивками имеют место рассеивание диаметральных размеров и погрешности формы протянутого отверстия. Одной из основных причин возникновения погрешностей, как установлено в работе [1], являются вынужденные колебания технологической системы (ТС), обусловленные действием ударной нагрузки в начальный момент врезания режущего зуба инструмента в обрабатываемое отверстие детали. После окончания процесса врезания, вынужденные колебания ТС динамически стабилизируются (затухают) и колебательный процесс прекращается [1].

Отсутствие стабилизации колебаний после завершения процесса врезания связано с присутствием в ТС иных вынужденных колебаний, возникновение которых может быть обусловлено действием ряда факторов, таких как непостоянство геометрических параметров качества поверхностного слоя заготовки, нестабильная скорость движения привода и т. д.

Данная работа посвящена исследованиям зависимости макро- и микрогеометрии обрабатываемой поверхности детали от геометрических параметров качества поверхности заготовки при постоянной скорости движения привода.

С этой целью, используя ранее разработанную математическую модель процесса формообразования [2], проведем необходимые исследования при чистовом режиме прошивания прямобочных 8-ми шлицевых втулок карданного вала (Сталь 45).

Начальными данными (входные параметры для моделирования) для процесса расчета являются следующие величины:

Параметры режущего шлицевого зуба прошивки:

Инструментальный материал – быстрорежущая сталь *P6M5* ;

Модуль упругости материала зуба $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Геометрические параметры:

Расстояние от точки *A* до точки *B* (рисунок 1):

в осевом направлении $l_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

в радиальном направлении $l_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

Радиус-вектор $r = 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

Ширина шлица $b = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

Приведенная (средняя) толщина зуба $s = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Угловые параметры:

Передний угол $\gamma^\circ = 10^\circ$;

Задний угол $\alpha^\circ = 1^\circ$;

Нормативный угол наклона зуба к оси инструмента $\varphi^* = 45^\circ$;

Начальная угловая скорость отклонения вершины зуба $\omega = 0$;

Начальное угловое отклонение вершины зуба инструмента $\varphi = 0$;

Количество стружкоразделительных канавок шлица $k = 0$;

Масса одного режущего шлица $m = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$;

Число режущих шлицев одного зуба $z = 8$.

Параметры обрабатываемого отверстия:

Обрабатываемый материал – сталь 45;

Твердость – $HB = 220 \text{ кгс/см}^2$;

Номинальный диаметр отверстия заготовки $D_{\text{заг.}} = 62 \text{ мм}$;

Номинальный диаметр отверстия детали $D_{\text{дет.}} = 62,3 \text{ мм}$;

Исходная неровность детали (для первоначального значения a_z) $H = 0$;

Длина обрабатываемого отверстия втулки $L = 155 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Параметры процесса резания:

Подъем на зуб $S_z = 0,05 \text{ мм}$;

Суммарный периметр резания $\sum b = 4,1 \text{ мм}$;

Скорость движения привода станка $V = 3,5 \text{ м/мин}$;

Величина подвода инструмента $L_{\text{подвода}} = 0$.

Параметры расчета:

Начальное время расчета $t = 0$;

Общее время расчета $t_{\text{общ.}} = 10 \text{ с}$;

Шаг расчета $\Delta t = 10^{-6}$ с;

Число дифференциальных уравнений $n = 2$.

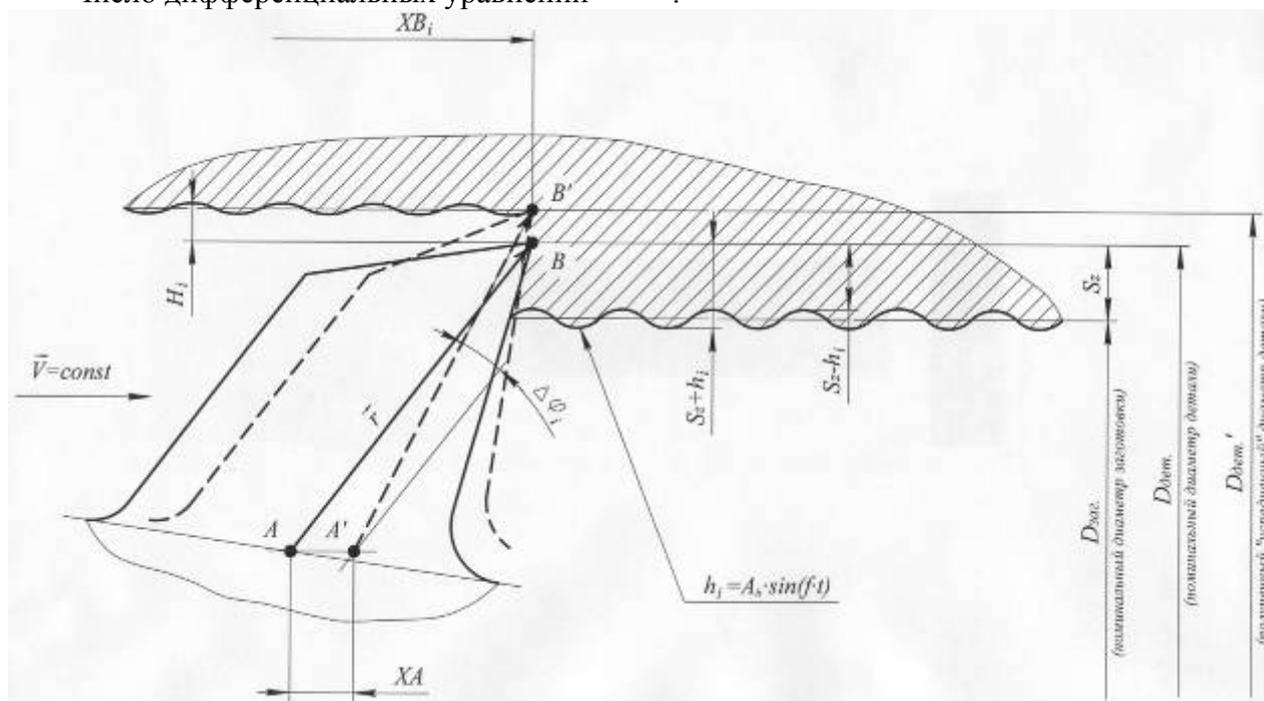


Рис. 1. Эскиз процесса обработки режущим зубом инструмента обрабатываемого отверстия с исходной высотой неровностей $h_i = 0,01 \cdot \sin(f \cdot t)$ и постоянной скоростью движения привода $V = 3,5 \text{ м/мин}$

Для исследования вышеуказанной зависимости, на некоторую постоянную (номинальную) высоту (амплитуду) поверхности заготовки « A_h » (взятую, как наиболее часто встречающуюся на исследуемых поверхностях, подвергшихся различным методам лезвийной обработки до процесса прошивания [3]), равную $A_h = 0,01 \text{ мм}$, накладывали изменение неровности в виде гармонических колебаний синусоидального характера с некоторой частотой (шагом неровностей) « f » (рисунок 1).

В этом случае геометрическую поверхность отверстия заготовки перед процессом прошивания можно описать следующим уравнением:

$$h_i = A_h \cdot \sin(f \cdot t) \quad (1)$$

Задаваясь различным значением « f » (25 Гц , 50 Гц , 200 Гц), исследовали влияние геометрических параметров качества поверхности заготовки на получаемую макро- и микрогеометрию обрабатываемой поверхности детали.

Результаты исследований представлены в виде графиков на рисунках 2...4.

Из представленных рисунков видно, что геометрическое качество обрабатываемой поверхности детали существенно зависит от геометрических параметров качества поверхности заготовки.

Из рисунка 1 видно, что в результате колебаний толщины срезаемого слоя $a_{z_i} = S_z \pm h_i + H_{i-1}$ изменяются усилия резания, что приводит к образованию погрешности технологического копирования (наследования) профиля заготовки профилем готовой детали.

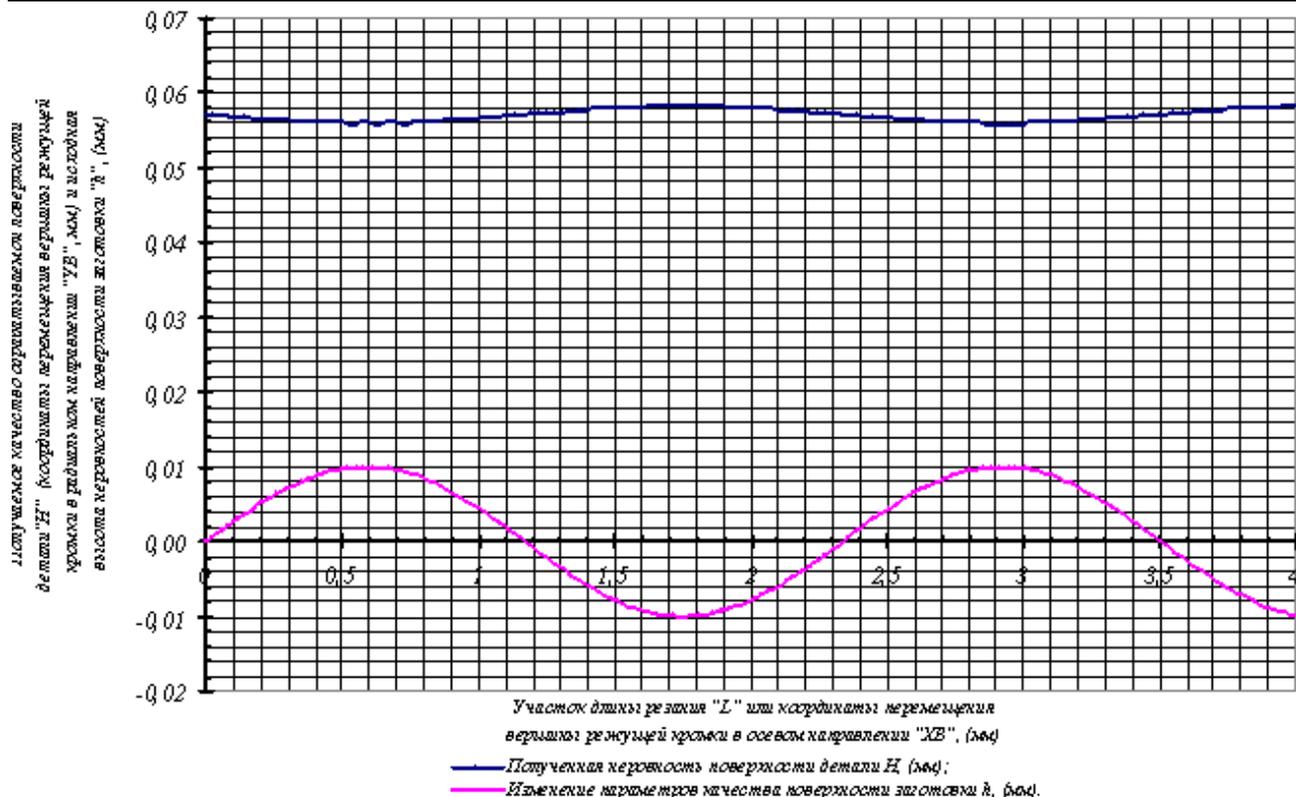


Рис. 2. Формообразование обрабатываемой поверхности детали при исходной высоте неровностей поверхности заготовки $h_i = 0,01 \cdot \sin(50 \cdot \pi \cdot t)$

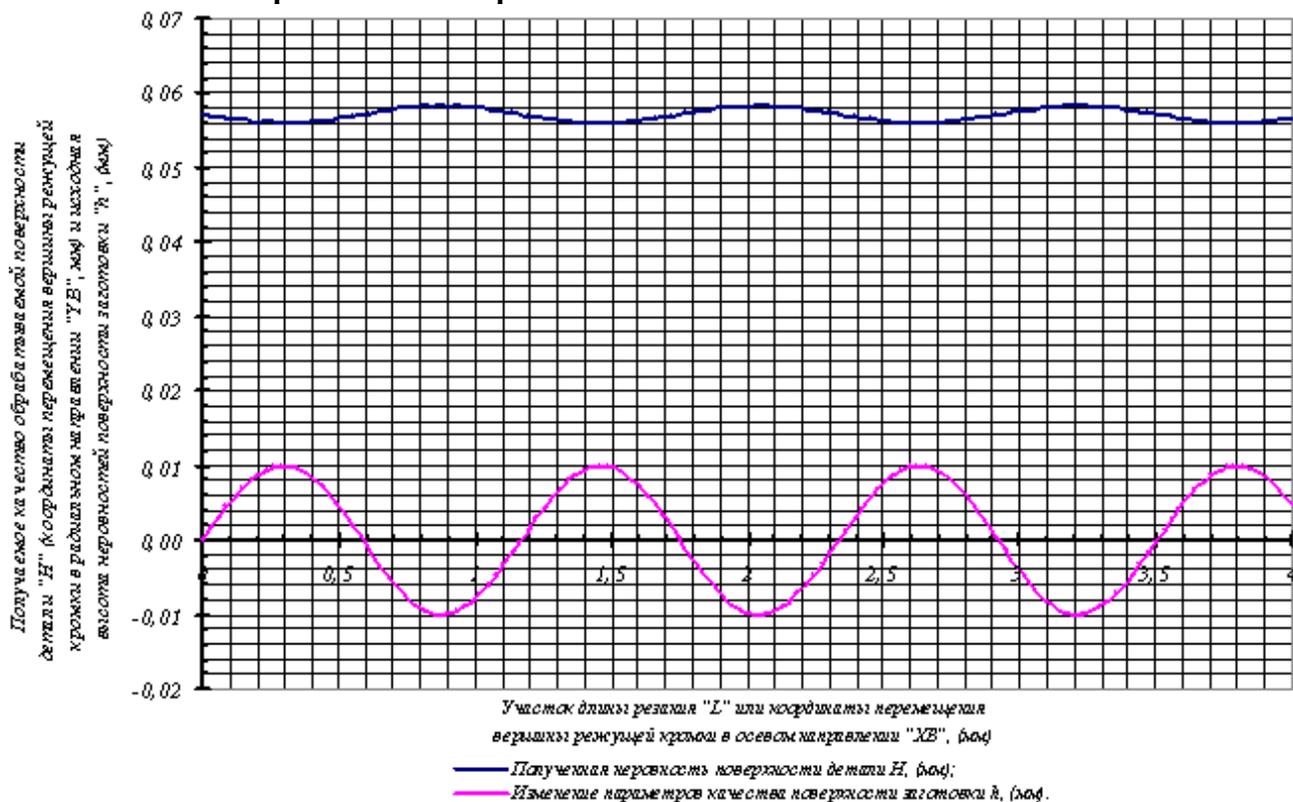


Рис. 3. Формообразование обрабатываемой поверхности детали при исходной высоте неровностей поверхности заготовки $h_i = 0,01 \cdot \sin(100 \cdot \pi \cdot t)$

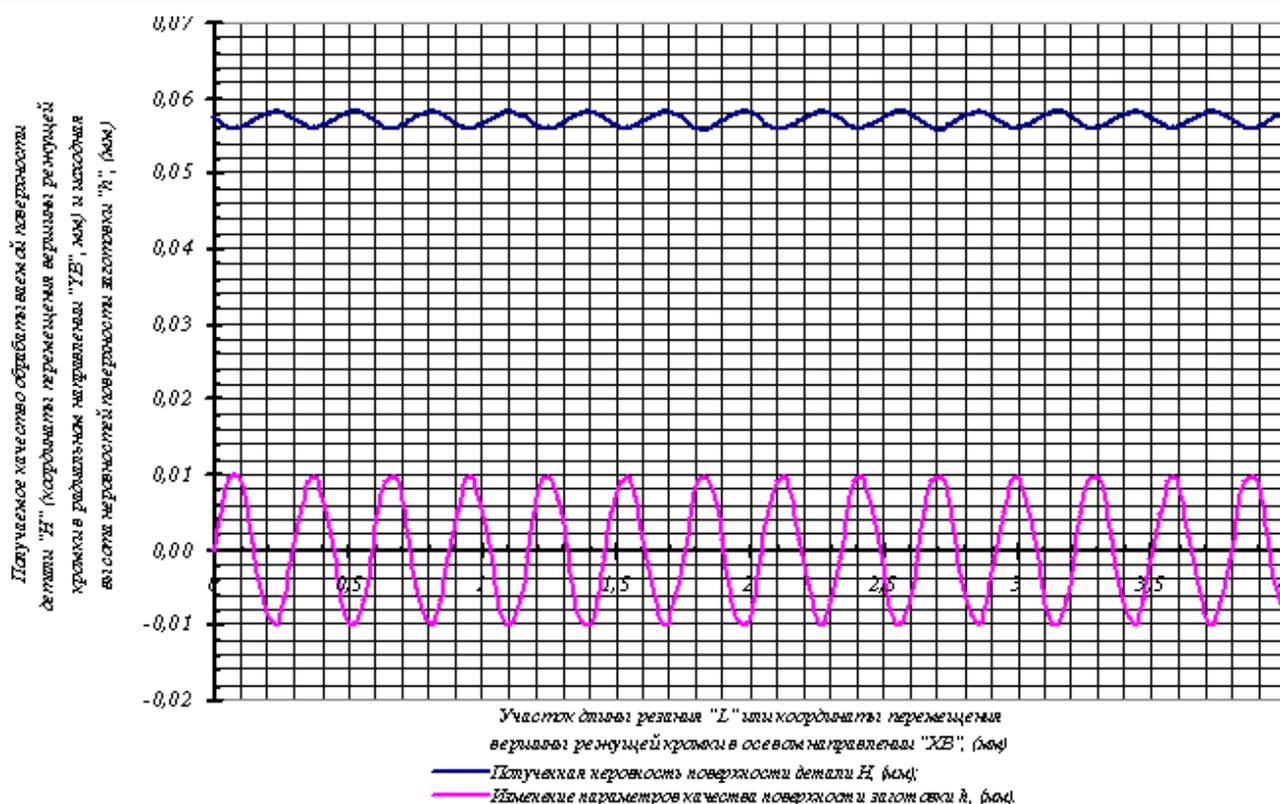


Рис. 4. Формообразование обрабатываемой поверхности детали при исходной высоте неровностей поверхности заготовки $h_i = 0,01 \cdot \sin(400 \cdot \pi \cdot t)$

Так, на тех участках резания (рисунки 2...4), где $a_z > S_z$, усилия резания возрастают, что приводит к ухудшению качества обрабатываемой поверхности детали – режущий зуб как бы “зарывается”, а там, где $a_z < S_z$, качество обрабатываемой поверхности становится значительно лучше. Следовательно, чем больше усилия резания, тем больше угловое отклонение вершины режущего зуба (“зарывание” режущего зуба), а значит, происходит ухудшение параметров качества обрабатываемой поверхности детали, и, наоборот, с уменьшением усилий резания качество обрабатываемой поверхности улучшается.

Таким образом, на рисунках 2...4 можно наблюдать проявление “эффекта технологического наследования (погрешности копирования)” профиля заготовки профилем детали, для данного примера с десятикратным уменьшением и обратным знаком амплитуды (высоты) неровностей, но с той же частотой (шагом неровностей).

Выводы

По результатам проведенных исследований настоящей работы можно сделать следующий вывод о том, что основной причиной возникновения вынужденных (незатухающих) колебаний ТС в процессе прошивания являются переменные усилия резания, нестабильность которых обуславливается неравномерной толщиной срезаемого слоя, вследствие непостоянства геометрических параметров качества поверхности заготовки.

Полученные данные исследований могут быть использованы при создании новых технологических процессов, при модернизации существующих технологических операций. А также для прогнозирования получаемого качества изделий.

Литература

1. Бекаев А.А. и др. Улучшение геометрических параметров качества обрабатываемой поверхности детали в процессе прошивания на основе усовершенствования конструкции режущего инструмента // Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. – М., МГТУ «МАМИ», № 2 (6), 2008 – с. 107-117.

2. Бекаев А.А. Повышение геометрических параметров качества обрабатываемой поверхности детали в процессе протягивания (прошивания) на основе совершенствования динамических характеристик привода оборудования: Диссерт. канд. техн. наук. Москва, 2006 – 274 с.
3. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Физмат, 1959 – 110 с.

Определение влияния применяемой смазки при деформирующем протягивании на физико-механические свойства поверхностного слоя отверстия детали

к.т.н., доц. Буйлов Е.А.
МГТУ «МАМИ»

Физико-механические свойства поверхностного слоя, как показали исследования авторов [1,2,3,4 и др.], оказывают существенное влияние на эксплуатационные качества (износостойкость, усталостная прочность, коррозионная стойкость и др.).

Исследование влияния основных технологических параметров (натяг, толщина стенки детали, применяемый материал, исходная шероховатость, применяемая смазка) на физико-механическое состояние поверхностного слоя проводилось по показателям:

- величина поверхностной твердости - $(H\mu)$;
- степень поверхностного упрочнения - $\delta_{пов}$;
- величина максимальной твердости, - HV_{max} ;
- полная глубина упрочненного слоя, - h ;
- распределение микротвердости по глубине упрочненного слоя.

Исследования проводились на образцах из стали 20, 45, 40Х, 12ХН3А с различными толщинами стенок, величинами суммарного натяга и натяга на деформирующий элемент одноэлементным инструментом как одно, так и многоцикловогой обработкой. Обработка проводилась с применением сульфифрезолола или металлоплакирующей смазки (МПС).

В процессе обработки поверхностный слой обрабатываемой детали подвергается неоднородной пластической деформации, которая уменьшается по глубине заготовки. Пластическая деформация сопровождается определенными структурными изменениями в поверхностном слое обрабатываемого материала и приводит к изменению физико-механических свойств. В поверхностном слое при пластической деформации увеличиваются все характеристики сопротивления деформирования, снижается пластичность, повышаются твердость и хрупкость.

Процесс деформирующего протягивания (ДП) является высокопроизводительным процессом механической обработки, позволяющим получать заданные физико-механические свойства деталей в широком диапазоне с учетом условий эксплуатации. Например, зная схему нагружения деталей в процессе эксплуатации, можно создать поверхностный слой, который обеспечивает максимальную износостойкость детали в процессе эксплуатации.

При ДП немалую роль играет и применяемая смазка, так как при обработке в зоне контакта возникают большие силы трения скольжения. Поэтому правильный выбор смазки уменьшает силы трения, адгезионное схватывание металла инструмента и заготовки, облегчает упругое и пластическое деформирование обрабатываемого металла.

В данных исследованиях использовались МПС в сравнении с - сульфифрезололом. В процессе обработки МПС образует неразрывную, металлоплакирующую, самовосстанавливающуюся, экранирующую пленку, частично воспринимающую на себя сдвиговые деформации, что облегчает условия упругой и пластической деформации металла в радиальном направлении.

При обработке с МПС изменения микроструктуры поверхностных слоев металла происходят менее интенсивно, чем при обработке с сульфифрезололом и выражается в некоторых случаях, лишь в дроблении зерен. Следовательно, образование текстуры в поверхностных