

Анализ приведенных на рис. 2 и 3 результатов показывает, что напорный золотник способствует не только улучшению качества переходного процесса, но и снижению резонансных явлений в гидроприводе.

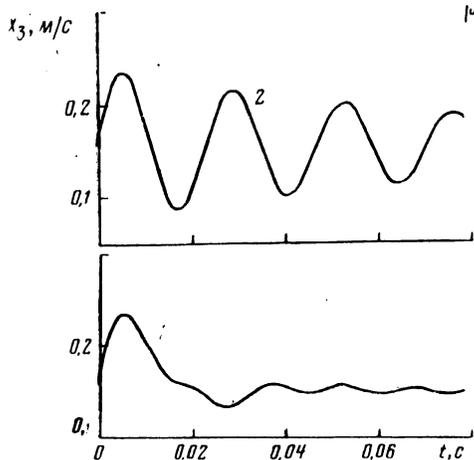


Рис. 2. Переходные процессы в гидроприводе протяжного станка 7Б75.

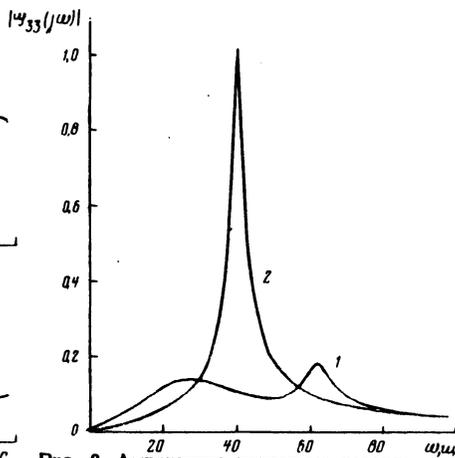


Рис. 3. Амплитудно-частотные характеристики гидропривода протяжного станка 7Б75 ( $\omega$  - частота).

**Резюме.** Разработаны общие линейные математические модели для шести схем гидроприводов с объемным регулированием, выявлена возможность существенного повышения демпфирования и снижения уровня вынужденных колебаний в гидроприводах за счет выбора оптимальных параметров напорного золотника.

### Л и т е р а т у р а

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., 1974.
2. Коробочкин Б.Л. Динамика гидравлических систем станков. М., 1976.

УДК 621.941.1.019

П.И. Ящерицын, докт.техн.наук,  
А.Ф. Горбачевич, канд.техн.наук, Чан Ван Дик

### ПОГРЕШНОСТИ БАЗОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗАГОТОВОК И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТОЧНОСТЬ ЗУБЧАТОГО ВЕНЦА ПРИ ЗУБОНАРЕЗАНИИ

При составлении пакетов заготовок зубчатых колес на операции зубофрезерования возникают дополнительные погрешности

расположения поверхностей. Нижняя заготовка пакета устанавливается базовым торцом непосредственно на опорную поверхность приспособления; вторая заготовка устанавливается на торец противоположной базовому нижней заготовки и т.д. Таким образом, погрешность расположения каждой последующей заготовки в пакете зависит от совокупности погрешностей находящихся ниже ее заготовок [1]. Поэтому вопрос о погрешностях базовых поверхностей, а именно центрального отверстия и торцов заготовок как базового, так и противоположного базовому при зубообработке пакетов заслуживает особого внимания.

Целью настоящей работы было исследовать в производственных условиях при обработке зубчатых колес: погрешности базовых отверстий, обработанных различными способами (тонкое растачивание, протягивание, алмазное растачивание, хонингование); закономерность изменения погрешности торцов заготовок в зависимости от наружного диаметра; влияние погрешностей базовых поверхностей на точностные параметры зубчатых колес.

В процессе проведения эксперимента было обработано и измерено 60 партий заготовок по 50...100 штук в каждой партии. Геометрические параметры зубчатых колес: модуль  $m = 2,5$  мм; наружные диаметры  $D = 100...260$  мм; отношение  $d/L = 0,97...3,3$ ;  $d/D = 0,33...0,97$  ( $d$  - диаметр отверстия,  $L$  - длина отверстия). Точность деталей оценивалась следующими показателями: отклонением размера и формы базовых отверстий, биением торцов базового и противоположного базовому, колебанием измерительного межцентрового расстояния за оборот колеса.

Был рассчитан ряд показателей точности: положение центра группирования в каждой партии  $\bar{X}$ , поле рассеивания  $6\sigma$ , коэффициент точности  $K_T$ , фактический и допустимый коэффици-

Таблица 1

Станок	$r_{xz}$	$\gamma_{z/x}$	$r_{yz}$	$\gamma_{z/y}$	$z = a + bx + cx^2 + dy$
ВСБ121108	0,10	0,67	0,81	0,70	$z = 0,0581 + 0,883x + 1,16x^2 + 0,667y$
823	0,27	0,63	0,78	0,66	$z = 0,063 + 1,10x + 0,58x^2 + 2,12y$
ВСБ121108	0,31	0,65	0,81	0,68	$z = 0,0419 + 1,23x + 0,3x^2 + 1,36y$
824	0,33	0,68	0,66	0,72	$z = 0,0393 + 0,943x + 0,663x^2 + 0,368y$
ВСБ121108	0,34	0,70	0,67	0,75	$z = 0,057 + 0,813x + 0,97x^2 + 1,56y$
825	0,23	0,52	0,53	0,59	$z = 0,0693 + 0,612x + 0,522x^2 + 0,792y$

энты смещения процесса  $\epsilon_{\phi}$ ,  $\epsilon_D$ , технологический допуск  $\delta_T$ , процент брака  $q$  и ресурс допуска  $Q$ . Все расчеты выполнялись с помощью ЭКВМ "Электроника С-50".

Для выявления взаимосвязи между величиной колебания измерительного межцентрового расстояния ( $z$ ), биением базового торца ( $x$ ) и погрешностью центрального отверстия ( $y$ ) применялся корреляционный анализ. При этом исходили из предположения наличия криволинейной корреляционной связи между параметрами, т.е.  $z = a + bx + cx^2 + dy$ . Определение коэффициентов регрессии данного уравнения производилось методом наименьших квадратов.

Рис. 1. Погрешности центральных отверстий, обработанных различными методами: 1 - тонкое растачивание; 2 - протягивание; 3 - алмазное растачивание; 4 - хонингование;  $\bar{x}$  - центр группирования отклонения размера;  $R$  - центр группирования погрешности формы;  $s$  - среднее квадратическое отклонение размера;  $s_R$  - среднее квадратическое погрешности формы.

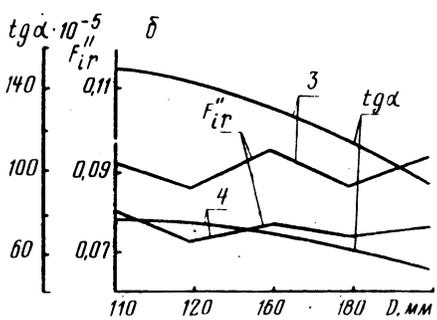
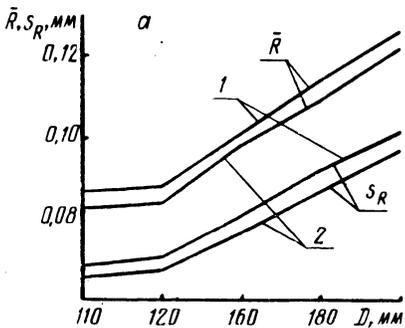
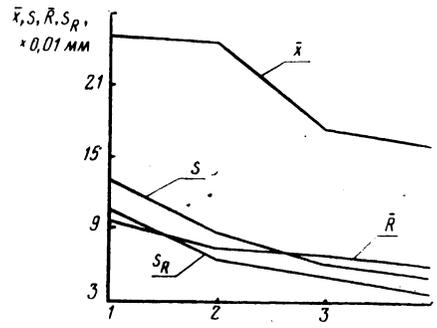


Рис. 2. Зависимость погрешностей торцов (а) и зубчатого венца (б) от наружного диаметра заготовки: 1 - базовый торец; 2 - противоположный базовому торец; 3 - верхняя заготовка пакета; 4 - нижняя заготовка пакета;  $\bar{R}$  - центр группирования биения торца;  $s_R$  - среднее квадратическое отклонение биения торца;  $F_{ir}''$  - колебание ИМР за оборот;  $tg \alpha$  - тангенс угла поворота заготовки.

Наличие связей  $z = f(x, y)$  и их теснота (сила) устанавливались с помощью частных коэффициентов корреляции  $r_{xz}$ ,  $r_{yz}$  и корреляционных отношений  $\eta_{z/x}$ ,  $\eta_{z/y}$ . Результаты расчетов представлены в табл. 1. На рис. 1 и 2 показаны исследованные точностные параметры зубчатых колес.

Резюме. Установлено, что хонингование отверстий обеспечивает значительно меньшую погрешность формы по сравнению с другими способами обработки; брак на операциях обработки центральных отверстий является неисправимым, так как центр группирования смещается в сторону, большую  $\Delta_0$  (середины поля допуска).

### Л и т е р а т у р а

1. Горбачевич А.Ф. Выбор оптимального количества заготовок на операции зубофрезерования с учетом производительности и точности процесса. - В сб.: Прогрессивная технология машиностроения. Вып. 3. Минск, 1972.

УДК 621.9.016

В.В. Бабук, канд.техн.наук

### ОБ УЧЕТЕ ВЛИЯНИЯ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ УСИЛИЯ ОБКАТКИ ШАРИКАМИ

В работе [2] приведена методика расчета усилия обкатки и раскатки поверхностей шариками, в которой учитывается только пластическая деформация поверхностного слоя детали. Однако на преодоление упругой деформации также затрачивается некоторое усилие. Найдем соотношение между усилиями, необходимыми для осуществления этих деформаций. При этом допустим, что обкатка или раскатка поверхностей шариками представляет собой бесчисленное множество элементарных процессов вдавливания жесткого инструмента в упруго-пластическую поверхность.

Границу перехода от упругой деформации к пластической можно определить на основе уравнений Герца [4]. В общем случае наибольшее напряжение в центре площадки контакта, представляющей собой эллипс с полуосями  $a$  и  $b$ , равно

$$\sigma_{\max} = 1,5 \frac{P}{\pi ab}, \quad (1)$$

где  $P$  - нормальное усилие.

Выразив из условий упругости полуося эллипса,  $a$  также необходимые для их определения коэффициенты и решив это уравнение относительно  $P$ , получим

$$P = 9,187 \alpha^3 \beta^3 \frac{\delta^2}{k^2} \sigma_{\max}^3, \quad (2)$$