

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ШТАМПОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОКОВОК

*Глинина Гульназ Фидаэловна, ассистент  
Сафаров Дамир Тамасович, канд. техн. наук, доц.  
E-mail: kpfu.ktomp@yandex.ru*

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
Набережночелнинский институт (филиал) КФУ  
г. Набережные Челны, РФ*

**Аннотация.** В статье выполнен анализ существующих практик проведения стойкостных испытаний режущего инструмента. Обращено внимание на недостаточную степень идентификации обрабатываемых образцов материала или деталей машин, не позволяющих выполнить моделирование геометрической точности на этапе проектирования содержания переходов обработки резанием. Решена задача для любого участка поверхности обрабатываемой поверхности расчета значения следующих показателей точности: отклонений от настроечного размера, отклонения от плоскостности, отклонений от прямолинейности как вдоль рабочего хода перемещения инструмента, так и в перпендикулярном направлении, высотных и шаговых параметров шероховатости обрабатываемой поверхности.

**Ключевые слова.** Сферическая концевая фреза, испытания стойкости, геометрические показатели качества, показатели шероховатости.

Для изготовления крупногабаритных поковок в массовом производстве необходимо обеспечить изготовление штампов. К таким поковкам относятся поковки балки передней оси и коленчатого вала. Чистовая обработка гравюр штампов выполняется на крупногабаритных фрезерных обрабатывающих центрах с ЧПУ концевыми сферическими фрезами. Длительность непрерывной обработки значительных площадей штамповых вставок однотипными фрезами может выполняться в течение нескольких смен.

На всей площади обрабатываемой поверхности необходимо обеспечить заданный уровень геометрической точности как по размерным показателям, так и по шероховатости поверхности.

Были проведены стойкостные испытания инструмента.

Были испытаны 3 фрезы:

1. Фреза диаметром 8 мм фирмы *Sandvik*.
2. Фреза диаметром 8 мм заточенная на фрезерном пятикоординатном станке с ЧПУ.
3. Фреза диаметром 8 мм заточенная на универсальном заточном оборудовании. Основным требованием оценки работоспособности фрез является отсутствие на режущих кромках следов притупления и выкрашивания.

Стойкостные испытания концевой сфероцилиндрической фрезы на образцах материала штампа выполнены на пятикоординатном станке с ЧПУ *Hedelius RS605 K20* (рисунок 2). Испытания проведены на образцах материала прямоугольной формы размерами 250×100×40 мм из стали 4X5MΦС в состоянии поставки с измеренной твердостью 177-187 НВ. Испытывалась фреза диаметром 8 мм ф. *Sandvik Coromant 8RR0823618 R216.42-08030-AK16G 1610*. Режимы обработки:  $n = 7900$  об/мин;  $S = 2000$  мм/мин;  $S_z = 0,12$  мм/зуб; в качестве смазочно-охлаждающей жидкости применялся сжатый воздух 6 атм.

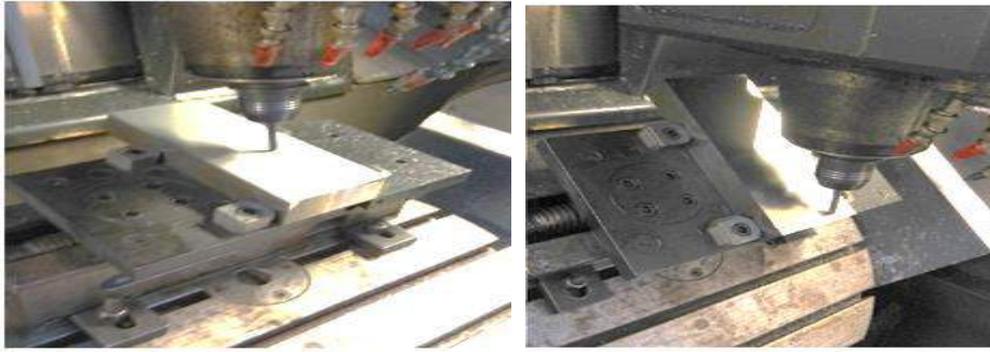


Рис. 1. Обработка на пятикоординатном станке с ЧПУ *Hedelius RS605 K20* при различных углах наклона образцов материала

Стойкостные испытания выполняются в виде послойного снятия материала образца, толщина которого соответствует принятой толщине снятия материала. После снятия каждого слоя материала выполняются измерения высотных параметров образца не менее чем в девяти точках, по значениям которых рассчитываются значения следующих отклонений геометрических показателей точности:

от настроечного размера;

от плоскостности;

от прямолинейности (в направлении рабочего хода) и перпендикулярном ему направлении.

Для нахождения отклонения от плоскостности выполняется поиск положения плоскости, прилегающей к обработанной поверхности. За отклонение от плоскостности принимается наибольшее расстояние от найденного положения плоскости до каждой измеренной точки обработанного образца изделия.

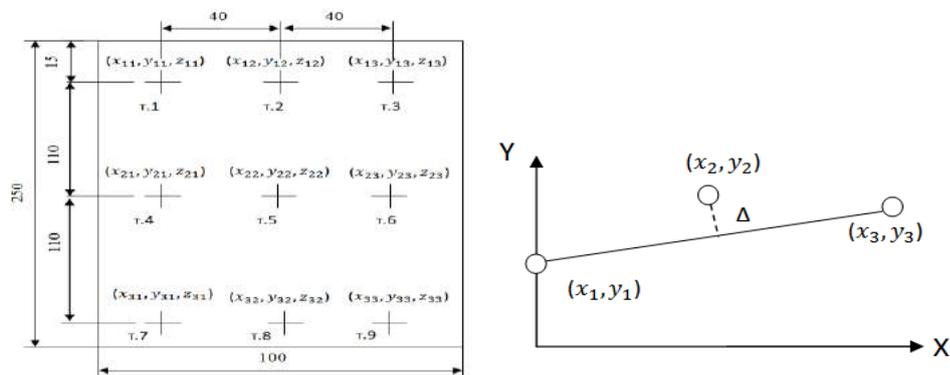


Рис. 2. Точки измерений

Отклонение от прямолинейности находится для трех профилей в направлении рабочего хода инструмента в точках (1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9) и перпендикулярно в точках (1, 4, 7), (2, 5, 8), (3, 6, 9). Отклонение от настроечного размера находится как расстояние от плоскости размера выхода инструмента по программе обработки с ЧПУ по координате Z до найденного положения прилегающей поверхности. Измерения высотных параметров выполняется высотомером ф. *MahrDigimahr 817 CM* в соответствии с принятой схемой точек измерений образца материала.

Выполняется измерение шероховатости высотных Ra, Rz и шаговых параметров S, Sm, а также износа по задней поверхности инструмента и размерного износа. Измерения шероховатости выполнялось мобильным профилографом ф. *MahrM 400*. Результатом измерений является профилограмма профиля образца материалов со значениями Ra, Rz, Sm и других параметров.

Схема исследования выполняется при двух параметрах установки – 15- и 45-ти градусах наклона заготовки. При 15-ти градусах изнашивается режущая кромка, в зоне перемычки. Условия резания неблагоприятные, поскольку в этой зоне не обеспечиваются оптимальные геометрические параметры режущего клина инструмента. При 45-ти градусах изнашивается режущая кромка в зоне, соответствующей наиболее благоприятным геометрическим параметрам режущего клина инструмента.

Измерение износа концевой фрезы со сферической рабочей частью по задней поверхности выполнялось при помощи стереомикроскопа, который оснащен и программным обеспечением обработки фотоизображений, позволяющим выполнить измерения очага износа концевой фрезы.

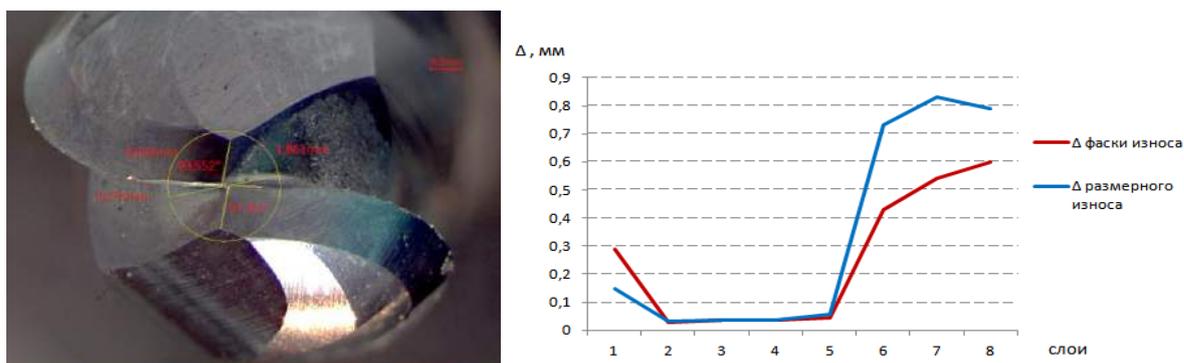


Рис. 3. Фаски износа по задней поверхности сферических концевых фрез после обработки образца материала под углом 15°

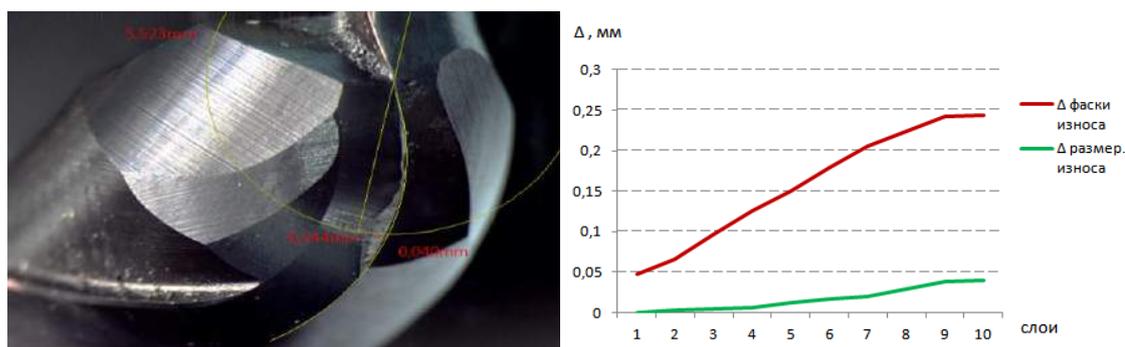


Рис. 4. Фаски износа по задней поверхности сферических концевых фрез после обработки образца материала под углом 45°

Наличие графиков износа позволяет связать его величину с геометрическими параметрами обрабатываемых рабочих поверхностей штампов.

#### Заключение

Полученные математические зависимости изменения геометрических показателей позволяют обеспечить прогнозирование геометрической точности обработки гравюр штампа, планировать смену инструмента. Своевременная смена инструмента обеспечивает необходимый запас точности и шероховатость обработанной поверхности. Наличие зависимостей отклонений от настроечного размера позволяет обеспечивать коррекцию программ станка с ЧПУ для обеспечения улучшения размерных характеристик точности инструмента.

В результате применения методики точность обработки рабочих поверхностей штампов повысилась на 25%. За счет уменьшения высотного параметра шероховатости Ra количество съёмов годных поковок увеличилось на 12%.

## Библиографический список

1. Хайруллин, Р. А. Повышение стойкости ковочных штампов для изготовления поковок коленчатого вала / Р. А. Хайруллин, О. Н. Мартемьянова // Современная наука: теоретический и практический взгляд : материалы I Международной научно-практической конференции. – Таганрок : ООО «НОУ «Вектор науки», 2014. – С. 86–89.
2. Кужагильдин, Р. С. Повышение стойкости штампов для горячего деформирования / Р. С. Кужагильдин, Л. А. Шутова // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – 2019. – № 1 (80). – С. 50–58.
3. ГОСТ 17024–2015. Фрезы концевые сферические, цилиндрические и конические твердосплавные для труднообрабатываемых сталей и сплавов. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 2015. – 7 с.