

УДК 621.91.04

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВИБРАЦИЙ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ И ШЕРОХОВАТОСТИ  
ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ ФРЕЗОЙ****А.В. СИДИКЕВИЧ; А.С. МАКСИМЧУК; С.А. ПОРТЯНКО***(Представлено: д-р техн. наук, проф. Н.Н. ПОПОК)*

*Представлены результаты экспериментальных исследований температуры, вибраций в зоне резания и шероховатости поверхности при обработке блочно-модульной торцовой фрезой в сравнении с существующим аналогом – сборной фрезой, сконструированной во ВНИИ инструмента.*

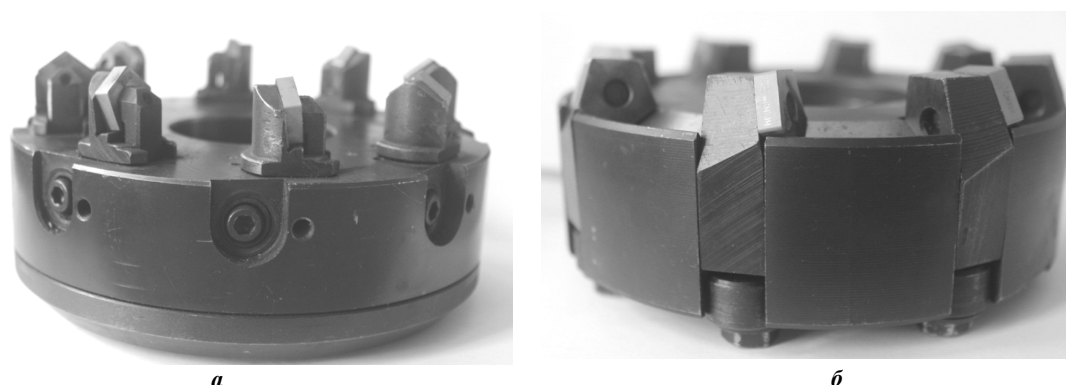
Для металлообрабатывающих производств промышленных предприятий чрезвычайно важное значение приобретает внедрение технологий, максимально задействующих эффективные режущие инструменты на имеющемся оборудовании.

Фрезерование является одним из наиболее часто используемых способов получения поверхностей резанием, в том числе при объединении нескольких видов обработки в одну операцию. Об этом свидетельствует создание обрабатывающих центров и многоцелевых станков, в частности пятикоординатных фрезерных станков. Основными достоинствами этого способа обработки являются высокая производительность (за счет высокой скорости резания), точность и качество обработанных поверхностей. Увеличение скорости резания предполагает применение фрез иных форм, с механизмами балансировки, из «облегченных» материалов и т.п. по сравнению с традиционными.

Создание конструкции сборной фрезы «обтекаемой» формы для скоростной обработки плоских поверхностей, снижающей температуру, вибрации и шероховатость поверхности технологической системы, является актуальной задачей для машиностроительного производства.

Предлагаются конструкции блочно-модульных торцовых фрез, в основе которых лежит унифицированный резцовый блок [1; 2]. Надёжность разработанной системы закрепления режущей пластины в блоке резцовом и блока резцового в корпусных модулях рассмотрена в [3].

**Исследование температуры, вибраций в зоне резания и шероховатости обработанной поверхности детали.** Исследования проводились для двух торцовых фрез – блочно-модульной, сконструированной на кафедре «Технологии и оборудования машиностроительного производства» (рис. 1, а) и сборной фрезы, сконструированной во ВНИИ инструмента (рис. 1, б). Конструкции обеих фрез построены по модульному принципу: у каждой фрезы имеется модуль корпусной, элемент зажима пластины режущей (блок резцовый) и элемент зажима блока резцового в модуле корпусном. Отличия этих фрез состоят в элементах базирования резцовых блоков: в первом случае это цилиндрические поверхности корпуса блока и отверстия в корпусном модуле; во втором случае это коническая кольцевая выточка в корпусном модуле, по криволинейной поверхности которой устанавливают резцовые пластины. В первом случае контакт блока с корпусом происходит по цилиндрической поверхности, во втором – контакт пластин с коническими поверхностями выточки корпуса происходит по линии, что снижает жесткость фрезы.



*а* – блочно-модульная; *б* – ВНИИ инструмента

**Рисунок 1. – Сборные фрезы, использовавшиеся при проведении экспериментальных исследований**

При экспериментальных исследованиях фрез выявлялось влияние различной глубины резания, подачи и частота вращения шпинделя станка на температуру, вибрации при резании и шероховатость поверхности.

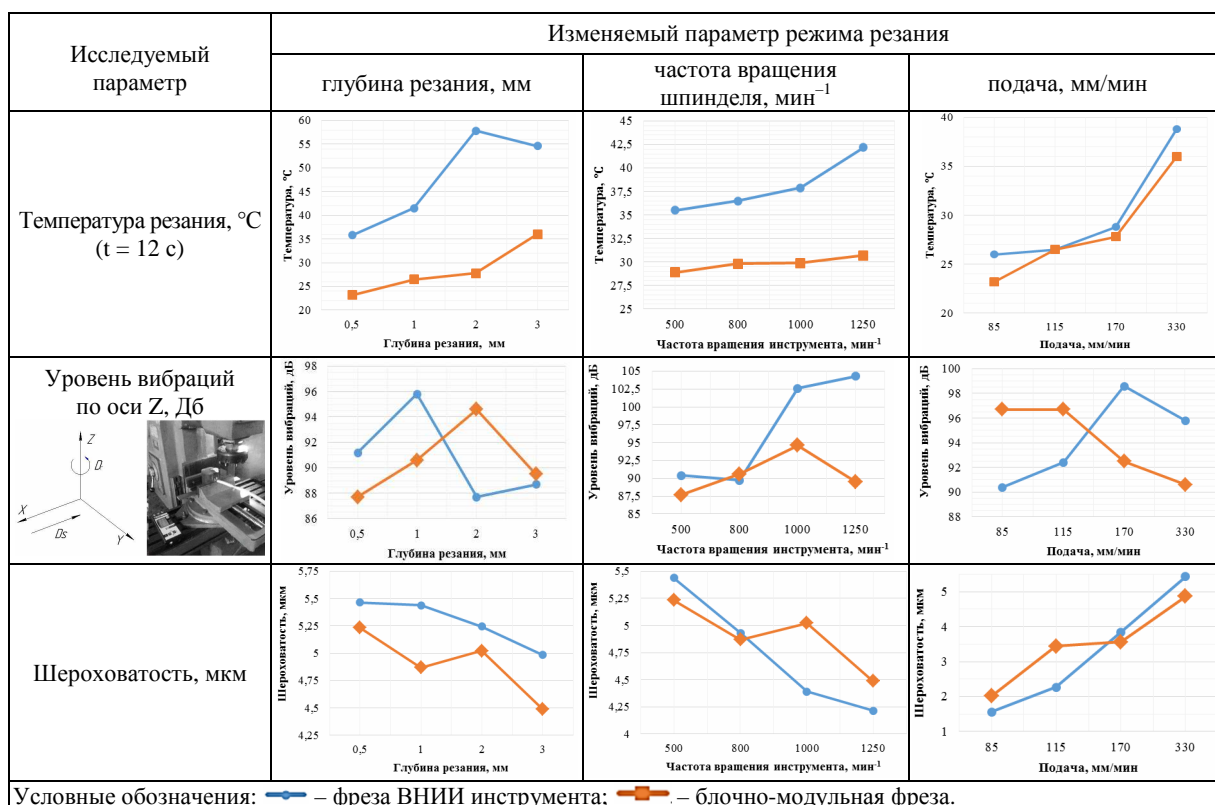
Для обеих фрез были назначены следующие режимы резания:

1. Постоянная подача  $S_m = 330$  мм/мин и частота вращения  $n = 500$  мин<sup>-1</sup> при изменяющейся глубине резания  $t = 0,5, 1, 2, 3$  мм;
2. Постоянная подача  $S_m = 330$  мм/мин и глубина резания  $t = 1$  мм при изменяющейся частоте вращения  $n = 500, 800, 1000, 1250$  мин<sup>-1</sup>;
3. Постоянная глубина резания  $t = 1$  мм и частота вращения  $n = 500$  мин<sup>-1</sup> при изменяющейся подаче  $S_m = 85, 115, 170, 330$  мм/мин.

Следует отметить, что при исследованиях учитывались рекомендации стандартов по испытаниям фрез: ГОСТ 26596 «Фрезы торцовые с механическим креплением многогранных пластин» и ГОСТ 23726 «Инструмент металлорежущий. Правила приемки».

Результаты исследований представлены в таблице 1 в виде графиков.

Таблица 1 – Результаты исследования температуры, вибраций в зоне резания и шероховатости обработанной поверхности детали



После обработки на всех режимах был измерен износ режущих пластин, которые использовались на обеих фрезах. Результаты измерения износа режущих пластин представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерения износа режущих пластин

| Номер режущей пластины | Величины износа режущей пластины, мкм |                        |
|------------------------|---------------------------------------|------------------------|
|                        | блочно-модульная фреза                | фреза ВНИИ инструмента |
| 1                      | 32                                    | 33                     |
| 2                      | 26                                    | 29                     |
| 3                      | 21                                    | 23                     |
| 4                      | 33                                    | 34                     |
| 5                      | 29                                    | 42                     |
| 6                      | 26                                    | 33                     |
| 7                      | 31                                    | 36                     |
| 8                      | 32                                    | 37                     |

По полученным данным экспериментальных исследований температуры, вибраций в зоне резания и шероховатости обработанной поверхности детали, а также износа режущих пластин можно сделать следующие *выводы*:

- проведенные исследования двух аналогов сборных торцовых фрез при обработке плоских поверхностей деталей подтверждают точностные параметры разработанной конструкции блочно-модульной торцовой фрезы.

- при увеличении времени обработки температура в зоне резания растет за счет накопления теплоты в детали, причем интенсивность нарастания температуры резания меньше для блочно-модульной торцовой фрезы; что объясняется лучшим теплоотводом блочно-модульной фрезы за счет увеличения площади контакта блока резового и корпусного модуля.

- при увеличении подачи температура в зоне резания возрастает; это связано с тем, что повышение подачи ведет к увеличению сечения срезаемого слоя, а, следовательно, к повышению сил резания и интенсивности тепловых потоков.

- при увеличении глубины резания температура повышается, но менее интенсивно, чем при увеличении подачи; увеличение температуры связано с увеличением силы резания ( $Q = P_z \cdot v$ ), что при этом теплоотвод, приводит к снижению интенсивного роста температуры; силы резания увеличиваются из-за увеличения ширины сечения срезаемого материала.

- выявлено, что температура поверхности резания увеличивается при увеличении скорости резания, так как возрастает количество теплоты резания, поступающего в обрабатываемую деталь; следовательно, общий объем теплоты резания постоянно увеличивается при увеличении скорости резания.

- уровень вибраций примерно одинаков, и находится в пределах 80-110 дБ, что объясняется общими колебаниями технологической системы заготовка-инструмент-приспособление-станок, и в свою очередь, колебания инструмента не значительны, что трудно выявить в общем спектре колебаний.

- высота неровностей по мере увеличения подачи возрастает, как для фрез ВНИИ инструмента, так и блочно-модульной торцовой фрезы; наибольшее влияние на процесс формирования шероховатости оказывают вибрации системы закрепления и стола станка.

- увеличение глубины резания не оказывает существенного влияния на шероховатость поверхности; отсюда можно сделать вывод, что для уменьшения шероховатости обработанной поверхности следует уменьшать подачу.

- с увеличением скорости (частоты вращения) инструмента высота неровностей поверхности возрастает, достигая своего наивысшего значения при  $800 \text{ мин}^{-1}$ ; дальнейшее повышение скорости резания выше данного значения уменьшает высоту шероховатости обработанной поверхности, что объясняется явлением наростообразования.

- износ режущих пластин блочно-модульной фрезы, в среднем на порядок ниже, чем пластин фрезы ВНИИ инструмента, что также свидетельствует о большей жесткости блочно-модульной фрезы, по сравнению с фрезой ВНИИ инструмента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. по заявке № а2011026. Режущий инструмент / Попок Н.Н., Терентьев В.А., Хмельницкий Р.С., Сидикевич А.В., Сопиков И.Я.; заявл. 2011.01.06. – Выдано 2014.12.12.
2. Пат. по заявке № а2011025. Способ установки сменной режущей пластины в режущем инструменте / Н.Н. Попок, Терентьев В.А., Хмельницкий Р.С., Сидикевич А.В., Сопиков И.Я. ; заявл. 2011.01.06. – выдано 2014.12.12.
3. Попок, Н.Н. Совершенствование системы закрепления пластин режущих и блоков резовых в блочно-модульных режущих инструментах / Н.Н. Попок, А.С. Максимчук, С.А. Портянко // Вестник Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. – 2015. – № 2. – С. 16–22.