

УДК 621.91.04

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ ТОРЦОВЫХ ФРЕЗ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

*д-р техн. наук, проф. Н.Н. ПОПОК; С.А. ПОРТЯНКО; А.С. МАКСИМЧУК
(Полоцкий государственный университет)*

Рассматривается проблема совершенствования конструкций блочно-модульных торцовых фрез на основе исследования характеристик процесса резания. Представлены результаты экспериментальных исследований температуры в зоне резания, шумов и вибраций технологической системы, шероховатости обработанной поверхности в зависимости от режимов резания. На основе полученных данных изготовлен экспериментальный образец (макет) фрезы с использованием современной технологии 3D-печати для высокоточной обработки плоских поверхностей.

Ключевые слова: режимы резания, металлорежущий инструмент, механическая обработка, 3D-моделирование, быстрое прототипирование.

Введение. Применение сборных режущих инструментов в промышленности достигает 70% от общего количества инструмента, причем одну треть этих инструментов составляют сборные торцовые фрезы. Все большее распространение получают сборные торцовые фрезы, состоящие из взаимозаменяемых модулей, применение которых значительно сокращает затраты на производство. В основном используются модульные конструкции сборных фрез зарубежных фирм, которые обладают высокой надежностью и обеспечивают точную обработку поверхностей деталей [1]. Производство модульных торцовых фрез на отечественных предприятиях ограничивается высокими технологическими требованиями к их изготовлению. Поэтому необходимо разрабатывать конструкции фрез, которые возможно изготовить в условиях инструментального цеха отечественного производства при соблюдении предъявляющих к ним требований по точности и надежности.

Предлагаются конструкции блочно-модульных торцовых фрез (БМТФ), отличительными особенностями которых являются способ установки сменных режущих пластин в режущем инструменте [2], конструктивные исполнения блока резцового [3] и варианты его размещения в корпусе БМТФ [4].

Надежность и точность конструкции закрепления блока резцового в модуле корпусном и пластины режущей в блоке резцовом теоретически рассмотрены в [5].

Основная часть. Проведем сравнительный анализ конструкций БМТФ (рис. 1, а) и фрезы (рис. 1, б) Всероссийского научно-исследовательского института инструмента (ВНИИ инструмента).

1. Базирование пластин режущих:

- пластина режущая в блоке резцовом БМТФ базируется по плоскости, боковой поверхности и отверстию, что позволяет обеспечить наибольшую площадь контакта пластины с блоком резцовым и тем самым повысить жесткость данной конструкции;

- пластина режущая в резцовой вставке фрезы ВНИИ инструмента базируется по плоскости, отверстию и V-образному пазу, что, в отличие от конструкции БМТФ, обеспечивает контакт по линии касания пластины и паза, следовательно, жесткость этой конструкции будет меньше.

2. Установка блока резцового (резцовой вставки) в корпус инструмента:

- блок резцовый устанавливается в отверстие корпуса БМТФ и контактирует по цилиндрической поверхности с отверстием, что позволяет обеспечить лучшее центрирование блока резцового и увеличить жесткость конструкции;

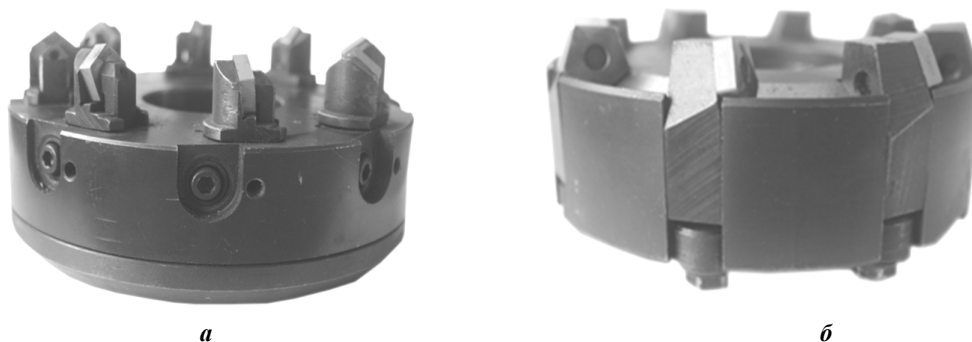
- резцовая вставка фрезы ВНИИ инструмента устанавливается по трем плоскостям, при этом одна грань резцовой вставки оказывается «не явной» базой, следовательно, у этой грани есть возможность перемещения, а это, в свою очередь, влечет за собой потерю жесткости и точности установки резцовой вставки в корпус фрезы.

3. Зажим блока резцового (резцовой вставки):

- сухари обеспечивают надежный зажим блока резцового в модуле корпусном БМТФ и исключают перемещения блока резцового во всех направлениях. Сухари расположены так, что силы зажима направлены по направлению сил резания, что позволяет ликвидировать зазоры в контактирующих поверхностях сухарей и блока резцового при общем колебании системы резания. Вместе с тем в корпусе БМТФ имеется регулировочный винт, которым возможно корректировать радиальное и торцовое биения в широких диапазонах, компенсируя тем самым погрешность изготовления блока резцового и пластин режущих;

- зажим резцовой вставки в корпусе фрезы конструкции ВНИИ инструмента происходит при помощи подпружиненного винта с тыльной стороны вставки, при этом винт выполняет функцию регулировочного элемента. Данная особенность конструкции не позволяет регулировать радиальное и торцовое биения в широких диапазонах, что не дает возможности компенсировать погрешности изготовления резцовых вставок или пластин режущих.

С целью определения работоспособности фрез были произведены сравнительные исследования основных характеристик обработки: уровня вибраций и шума в технологической системе, температуры в зоне резания, шероховатости обработанной поверхности. В ходе исследований ставилась задача по дальнейшему совершенствованию конструкции БМТФ для использования ее как на черновых, так и на чистовых операциях обработки с учетом высоких скоростей резания.



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

Рисунок 1. – Сборные торцовые фрезы

Экспериментальные исследования проводились для двух конструкций сборных торцовых фрез – БМТФ и ВНИИ инструмента с одинаковым числом зубьев ($z = 8$) и диаметрами фрез ($D = 125$ мм). В обеих конструкциях использовались пятигранные неперетачиваемые быстросменные режущие пластины фирмы Sandvik-МКТС (марка твердого сплава PNEA CM30M).

Предварительно резовые блоки с закрепленными в них режущими пластинами БМТФ выставлялись на приборе модели БВ-2027 для настройки инструмента – размер в «нулевую» точку. Конструкция фрезы ВНИИ инструмента не позволяет проводить подобную регулировку, поэтому для данной конструкции было принято решение закреплять режущие пластины в резовых вставках с одинаковым крутящим моментом на установочном винте. Данное решение может повлиять на равномерность работы режущих пластин, так как различные усилия зажима режущей пластины в резовой вставке могут привести к выходу из строя одной из режущих пластин, а также резовой вставки.

Согласно рекомендациям [6; 7] и в соответствии с технологическими возможностями вертикального консольно-фрезерного станка модели 6P11:

- глубина резания t : 0,5, 1, 2, 3 мм;
- подача S : 85, 115, 170, 330 мм/мин;
- частота вращения шпинделя станка n : 500, 800, 1000, 1250 об/мин.

В каждой из серии опытов изменялся один из режимов резания, при этом два других оставались неизменными (для глубины резания – 1 мм; для подачи – 330 мм/мин; для частоты вращения – 500 об/мин).

В ходе исследований для каждого сочетания режимов резания измерялись:

- температура в зоне резания (в средней точке заготовки и на всей длине) при помощи пирометра «Optris LS»;
- уровень шума и вибраций технологической системы при помощи портативного виброметра-шумомера «Октава 110А»;
- шероховатость обработанных поверхностей с измерением среднего арифметического из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины (Ra) и наибольшей высоты профиля (R_{max}) с помощью профилометра-профилографа «Abris PM7».

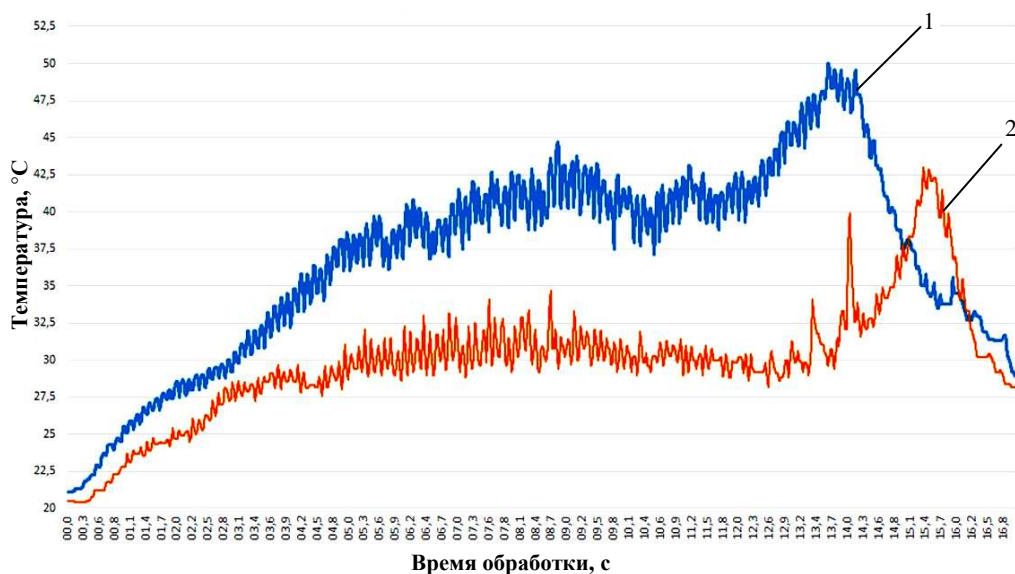
Результаты исследования температуры представлены в виде графиков в таблице 1*, из которых видно, что средняя температура по всей длине заготовки и температура в средней точке заготовки при обработке БМТФ в среднем на 15...20% ниже, чем температура, зафиксированная при обработке фрезой ВНИИ инструмента. Соответственно, увеличение температуры резания при обработке фрезой ВНИИ инструмента приводит к увеличению силы резания и износа режущих пластин. Это можно объяснить тем, что из-за отсутствия возможности регулировки режущих пластин во фрезе ВНИИ инструмента процесс резания происходит неравномерно, следовательно, сопротивление резанию возрастает и возрастает температура резания. Возможность регулировки во фрезе БМТФ позволяет устранить данный недостаток, что и приводит к уменьшению температуры в зоне резания.

* В проведении экспериментальных исследований принимал участие ст. преподаватель кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства А.В. Сидикевич.

Таблица 1. – Графики зависимости средней температуры по всей длине заготовки и температуры в средней точке заготовки от режимов резания

Параметр режима резания	Эксперимент	Исследуемая характеристика	
		средняя температура по всей длине заготовки	температура в средней точке заготовки
Подача, S , мм/мин	1		
Глубина резания, t , мм	2		
Частота вращения шпинделя, n , об/мин	3		

Пример графика-съемки приведен на рисунке 2.



1 – фреза ВНИИ инструмента; 2 – блочно-модульная торцовая фреза

Рисунок 2. – Зависимость температуры от времени обработки заготовки ($t = 1$ мм; $S = 330$ мм/мин; $n = 500$ мин⁻¹)

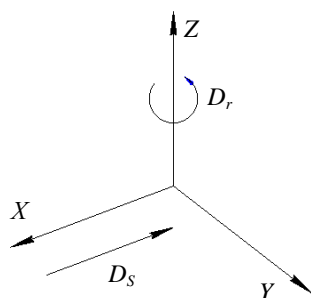
Графики зависимостей шумов в технологической системе от режимов резания представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Графики зависимостей шумов технологической системы от режимов резания

Режим резания	Зависимости уровня шума технологической системы от режима резания															
Подача, S , мм/мин	<table border="1"> <caption>Данные для графика 1: Уровень шума vs Подача S</caption> <thead> <tr> <th>Подача S, мм/мин</th> <th>ВНИИ инструмента (дБ)</th> <th>БМТФ (дБ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>85</td> <td>63</td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>115</td> <td>71</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>170</td> <td>76</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>330</td> <td>79</td> <td>74</td> </tr> </tbody> </table>	Подача S, мм/мин	ВНИИ инструмента (дБ)	БМТФ (дБ)	85	63	61	115	71	68	170	76	71	330	79	74
Подача S, мм/мин	ВНИИ инструмента (дБ)	БМТФ (дБ)														
85	63	61														
115	71	68														
170	76	71														
330	79	74														
Глубина резания, t , мм	<table border="1"> <caption>Данные для графика 2: Уровень шума vs Глубина резания t</caption> <thead> <tr> <th>Глубина резания t, мм</th> <th>ВНИИ инструмента (дБ)</th> <th>БМТФ (дБ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5</td> <td>58</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>61</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>64</td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>66</td> <td>64</td> </tr> </tbody> </table>	Глубина резания t, мм	ВНИИ инструмента (дБ)	БМТФ (дБ)	0,5	58	57	1	61	59	2	64	61	3	66	64
Глубина резания t, мм	ВНИИ инструмента (дБ)	БМТФ (дБ)														
0,5	58	57														
1	61	59														
2	64	61														
3	66	64														
Частота вращения шпинделя, n , об/мин	<table border="1"> <caption>Данные для графика 3: Уровень шума vs Частота вращения шпинделя n</caption> <thead> <tr> <th>Частота вращения шпинделя n, об/мин</th> <th>ВНИИ инструмента (дБ)</th> <th>БМТФ (дБ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>500</td> <td>63</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>62</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>62</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>1250</td> <td>61</td> <td>58</td> </tr> </tbody> </table>	Частота вращения шпинделя n, об/мин	ВНИИ инструмента (дБ)	БМТФ (дБ)	500	63	62	800	62	60	1000	62	59	1250	61	58
Частота вращения шпинделя n, об/мин	ВНИИ инструмента (дБ)	БМТФ (дБ)														
500	63	62														
800	62	60														
1000	62	59														
1250	61	58														

Как видно из представленных графиков, уровень шума технологической системы «станок – приспособление – инструмент – деталь» (СПИД) при обработке БМТФ в среднем ниже на 5...10%, чем при обработке фрезой ВНИИ инструмента. Это свидетельствует о том, что при обработке БМТФ процесс резания проходит более плавно за счет более высокой точности позиционирования режущих пластин в корпусе инструмента, а следовательно, большей жесткости системы СПИД за счет увеличения жесткости блочно-модульной фрезы по сравнению с фрезой ВНИИ инструмента.

Система расположения координат X , Y , Z при измерении вибраций на станке представлена на рисунке 3. При этом ось Y является неподвижной в процессе обработки, ось Z совпадает с осью вращения инструмента (шпинделя станка) и главного движения резания (D_r), а ось X совпадает с продольным перемещением стола фрезерного станка и с направлением движения подачи (D_s). Графики зависимостей вибраций в технологической системе от режимов резания представлены в таблице 3.



а



б

Рисунок 3. – Система расположения координат X, Y, Z (а) при измерении вибраций на станке (б)

Таблица 3. – Графики зависимостей вибраций технологической системы в соответствующих осях координат от режимов резания

Режим резания	Зависимости вибраций технологической системы от режима резания		
	по оси X	по оси Y	по оси Z
1 Подача, S , мм/мин			
2 Глубина резания, t , мм			
3 Частота вращения шпинделя, n , об/мин			

Как видно из представленных графиков, вибрации технологической системы СПИД при обработке БМТФ в среднем ниже на 10...15%, чем при обработке фрезой ВНИИ инструмента. При этом переменным звеном системы СПИД являлся режущий инструмент; соответственно, вибрации остальных составляющих (станок – приспособление – деталь) являлись постоянными. Следовательно, основное влияние на вибрацию в процессе резания оказывали фрезы. Более высокие показатели значений вибраций технологической системы при обработке фрезой ВНИИ инструмента можно объяснить отсутствием возможности регулировки режущих пластин в резцовых вставках, а также ее меньшей жесткостью по сравнению с блочно-модульной фрезой.

Результаты исследования влияния подачи, глубины резания и частоты вращения инструмента на параметры шероховатости при обработке торцовыми фрезами представлены в таблице 4.

Таблица 4. – Графики зависимостей среднего арифметического из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины (R_a) и наибольшей высоты профиля (R_{max}) от режимов резания

Режим резания	Параметр шероховатости																															
	R_a	R_{max}																														
Подача, S , м/мин	<table border="1"> <caption>Данные для графика R_a vs S</caption> <thead> <tr> <th>Подача S, мм/мин</th> <th>R_a, мкм (ВНИИ)</th> <th>R_a, мкм (БМТФ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>85</td> <td>~2.0</td> <td>~1.5</td> </tr> <tr> <td>115</td> <td>~3.5</td> <td>~2.2</td> </tr> <tr> <td>170</td> <td>~4.2</td> <td>~3.8</td> </tr> <tr> <td>330</td> <td>~5.5</td> <td>~4.8</td> </tr> </tbody> </table>	Подача S , мм/мин	R_a , мкм (ВНИИ)	R_a , мкм (БМТФ)	85	~2.0	~1.5	115	~3.5	~2.2	170	~4.2	~3.8	330	~5.5	~4.8	<table border="1"> <caption>Данные для графика R_{max} vs S</caption> <thead> <tr> <th>Подача S, мм/мин</th> <th>R_{max}, мкм (ВНИИ)</th> <th>R_{max}, мкм (БМТФ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>85</td> <td>~9.0</td> <td>~8.5</td> </tr> <tr> <td>115</td> <td>~10.0</td> <td>~9.5</td> </tr> <tr> <td>170</td> <td>~17.0</td> <td>~15.0</td> </tr> <tr> <td>330</td> <td>~22.0</td> <td>~21.0</td> </tr> </tbody> </table>	Подача S , мм/мин	R_{max} , мкм (ВНИИ)	R_{max} , мкм (БМТФ)	85	~9.0	~8.5	115	~10.0	~9.5	170	~17.0	~15.0	330	~22.0	~21.0
Подача S , мм/мин	R_a , мкм (ВНИИ)	R_a , мкм (БМТФ)																														
85	~2.0	~1.5																														
115	~3.5	~2.2																														
170	~4.2	~3.8																														
330	~5.5	~4.8																														
Подача S , мм/мин	R_{max} , мкм (ВНИИ)	R_{max} , мкм (БМТФ)																														
85	~9.0	~8.5																														
115	~10.0	~9.5																														
170	~17.0	~15.0																														
330	~22.0	~21.0																														
Глубина резания, t , мм	<table border="1"> <caption>Данные для графика R_a vs t</caption> <thead> <tr> <th>Глубина резания t, мм</th> <th>R_a, мкм (ВНИИ)</th> <th>R_a, мкм (БМТФ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5</td> <td>~5.5</td> <td>~5.2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>~5.3</td> <td>~5.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>~5.1</td> <td>~4.8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>~4.9</td> <td>~4.5</td> </tr> </tbody> </table>	Глубина резания t , мм	R_a , мкм (ВНИИ)	R_a , мкм (БМТФ)	0,5	~5.5	~5.2	1	~5.3	~5.0	2	~5.1	~4.8	3	~4.9	~4.5	<table border="1"> <caption>Данные для графика R_{max} vs t</caption> <thead> <tr> <th>Глубина резания t, мм</th> <th>R_{max}, мкм (ВНИИ)</th> <th>R_{max}, мкм (БМТФ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5</td> <td>~18.5</td> <td>~18.0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>~20.5</td> <td>~19.5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>~21.0</td> <td>~20.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>~23.0</td> <td>~22.0</td> </tr> </tbody> </table>	Глубина резания t , мм	R_{max} , мкм (ВНИИ)	R_{max} , мкм (БМТФ)	0,5	~18.5	~18.0	1	~20.5	~19.5	2	~21.0	~20.0	3	~23.0	~22.0
Глубина резания t , мм	R_a , мкм (ВНИИ)	R_a , мкм (БМТФ)																														
0,5	~5.5	~5.2																														
1	~5.3	~5.0																														
2	~5.1	~4.8																														
3	~4.9	~4.5																														
Глубина резания t , мм	R_{max} , мкм (ВНИИ)	R_{max} , мкм (БМТФ)																														
0,5	~18.5	~18.0																														
1	~20.5	~19.5																														
2	~21.0	~20.0																														
3	~23.0	~22.0																														
Частота вращения, n , об/мин	<table border="1"> <caption>Данные для графика R_a vs n</caption> <thead> <tr> <th>Частота вращения n, об/мин</th> <th>R_a, мкм (ВНИИ)</th> <th>R_a, мкм (БМТФ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>500</td> <td>~4.9</td> <td>~4.1</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>~4.5</td> <td>~4.0</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>~4.3</td> <td>~3.9</td> </tr> <tr> <td>1250</td> <td>~4.1</td> <td>~3.4</td> </tr> </tbody> </table>	Частота вращения n , об/мин	R_a , мкм (ВНИИ)	R_a , мкм (БМТФ)	500	~4.9	~4.1	800	~4.5	~4.0	1000	~4.3	~3.9	1250	~4.1	~3.4	<table border="1"> <caption>Данные для графика R_{max} vs n</caption> <thead> <tr> <th>Частота вращения n, об/мин</th> <th>R_{max}, мкм (ВНИИ)</th> <th>R_{max}, мкм (БМТФ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>500</td> <td>~20.0</td> <td>~18.5</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>~19.5</td> <td>~17.5</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>~17.5</td> <td>~16.0</td> </tr> <tr> <td>1250</td> <td>~15.5</td> <td>~13.0</td> </tr> </tbody> </table>	Частота вращения n , об/мин	R_{max} , мкм (ВНИИ)	R_{max} , мкм (БМТФ)	500	~20.0	~18.5	800	~19.5	~17.5	1000	~17.5	~16.0	1250	~15.5	~13.0
Частота вращения n , об/мин	R_a , мкм (ВНИИ)	R_a , мкм (БМТФ)																														
500	~4.9	~4.1																														
800	~4.5	~4.0																														
1000	~4.3	~3.9																														
1250	~4.1	~3.4																														
Частота вращения n , об/мин	R_{max} , мкм (ВНИИ)	R_{max} , мкм (БМТФ)																														
500	~20.0	~18.5																														
800	~19.5	~17.5																														
1000	~17.5	~16.0																														
1250	~15.5	~13.0																														

Как видно из представленных графиков, значения R_a и R_{max} поверхностей, обработанных БМТФ, в среднем на 10...15% меньше, чем для поверхностей, обработанных ВНИИ. Это объясняется меньшими значениями упругих и пластических деформаций в зоне резания в случае обработки блочно-модульной фрезой, имеющей более высокую жесткость и точность.

На основании анализа конструкций фрез и проведенных исследований разработаны следующие рекомендации по совершенствованию конструкции блочно-модульной торцовой фрезы:

1) для увеличения жесткости конструкции и расширения диапазона регулирования предлагается «утопить» блок резцовый в корпусе инструмента с упором в буртик. Данный вариант конструкции позволит использовать фрезу для полустивовой и черновой обработки в зависимости от точности настройки торцового биения регулировочным винтом и радиального биения поворотом блока;

2) выполнить модуль корпусный с улучшенными аэродинамическими свойствами – обтекаемой формы. Данный вариант конструкции позволит использовать фрезу на больших скоростях резания, при этом, как и в описанном выше варианте, за счет регулировки использовать фрезу для чистовой и полустивовой обработки;

3) для обеспечения плавности работы и увеличения равномерности фрезерования предлагается увеличить число зубьев фрезы до 12.

Согласно рекомендациям изготовлен опытный образец фрезы (рис. 4) с «утопленными» блоками и механизмом регулировки, как у БМТФ, используемой для экспериментальных исследований, также

был изготовлен макет фрезы БМТФ обтекаемой формы из полимерного материала (рис. 5) с использованием технологий трехмерной печати.



Рисунок 4. – Опытный образец БМТФ с «утопленными» блоками



Рисунок 5. – Макет БМТФ обтекаемой формы, выполненный с применением трехмерной печати

Заключение. Макет БМТФ позволяет оценить эргономические и аэродинамические свойства фрезы; определить преимущества и недостатки технологии сборки; трудоемкость конструкторской и технологической подготовки производства фрез традиционными методами и с использованием 3D-печати; выработать рекомендации по изготовлению торцовых фрез с использованием трехмерных технологий при переходе на металлические материалы (силуминовые и титановые сплавы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Попок, Н.Н. Анализ тенденций проектирования инструментальных систем : в 3-х ч. / Н.Н. Попок // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2012. – № 3. – Ч. 3 : Инструментальные системы для многоцелевой обработки. – С. 19–37.
2. Способ установки сменной режущей пластины в режущем инструменте : пат. ВУ 19260 / Н.Н. Попок, В.А. Терентьев, Р.С. Хмельницкий, А.В. Сидикевич, И.Я. Сопиков. – Выдано 2014.12.12.
3. Режущий инструмент : пат. ВУ 5407 / Н.Н. Попок, В.А. Терентьев, Р.С. Хмельницкий, А.В. Сидикевич, И.Я. Сопиков. – Выдано 2014.12.12.
4. Многолезвийный блочно-модульный режущий инструмент : пат. ВУ 563 / Н.Н. Попок, В.А. Терентьев. – Выдано 2002.06.30.
5. Попок, Н.Н. Совершенствование системы закрепления пластин режущих и блоков резцовых в блочно-модульных режущих инструментах / Н.Н. Попок, А.С. Максимчук, С.А. Портянко // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2015. – № 3. – С. 16–22.
6. Фрезы торцовые нерегулируемые с клиновым креплением многогранных твердосплавных пластин. Технические условия : ГОСТ 26596-91. – М. : Стандартинформ, 2010. – 6 с.
7. Инструмент металлорежущий. Правила приёмки : ГОСТ 23726-79. – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 7 с.

Поступила 06.02.2017

IMPROVING THE DESIGN OF BLOCK-MODULAR FACE MILLS BASED ON THE RESEARCH OF CUTTING PROCESS CHARACTERISTICS

N. POPOK, S. PORTSIANKO, A. MAKSIMCHUK

The problem of improving the design of block-modular face mills based on research of cutting process characteristics is investigated. The results of experimental research of temperature in the cutting zone, noise and vibrations of the technological system, roughness of the treated surface depending on the cutting conditions are presented. Based on the obtained data an experimental model (layout) of the milling cutter using modern 3D-printing technology for high-precision machining of flat surfaces was made.

Keywords: cutting conditions, cutting tool, machining, 3D-modeling, rapid prototyping.