

УДК 621.914.2.025:12:006.354

## РАЗРАБОТКА ОТРЕЗНЫХ ФРЕЗ С КОМПЕНСАЦИОННЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ

*Л. Г. ПОЛОНСКИЙ, Н. А. БАЛИЦКАЯ,  
А. Л. МЕЛЬНИК, Р. В. КАРПЛЮК*

*Житомирский государственный технологический университет,  
Украина*

*Определена возможность повышения работоспособности отрезных фрез за счет повышения их динамической устойчивости влиянием на частоту их собственных колебаний. Предложено обеспечивать повышение частоты собственных колебаний отрезных фрез посредством выполнения круглых компенсационных отверстий, конструктивные параметры которых определяются по результатам параметрической оптимизации в среде SolidWorks Simulation.*

Такие инструменты как круглые отрезные фрезы и пилы, характеризуются недостаточной работоспособностью вследствие низкой жесткости.

Научные наработки и практический опыт по исследованию недостаточной работоспособности дисковых фрез основываются преимущественно на анализе динамических характеристик процесса обработки. Учитывая особенности работы отрезных фрез, а именно низкую скорость резания, малые толщины среза, обычно короткую дугу контакта и т.д., в качестве основного нагрузочного фактора целесообразно рассматривать силу резания. Проблема повышения динамической устойчивости фрез от действия возбуждающей силы резания может быть решена следующими путями: влиянием на частоту вынужденных колебаний и влиянием на частоту собственных колебаний фрезы [1].

Вопросы, связанные с повышением работоспособности отрезных фрез за счет воздействия на возбуждающую силу резания (а вместе с тем и на частоту вынужденных колебаний) в результате кинематического возбуждения поперечных колебаний в процессе отрезания рассмотрены в работах Равской Н.С., Панчука В.Г., Бабенко А.Е., Балицкой Н.А. и др. Данными авторами предлагается выполнять дисковые фрезы с переменным

шагом зубьев, что значительно усложняет процесс заточки зубьев. Вторым путем решения указанной проблемы является менее исследованным, и поэтому актуальным.

Поскольку при совпадении собственной частоты фрезы и частоты возбуждающей силы резания динамическая устойчивость фрез резко уменьшается, то одним из методов воздействия на нее есть изменение собственной частоты фрезы за счет конструктивных решений, при которых собственные колебания находятся в диапазоне высоких частот (выше 200 Гц). Поэтому были рассмотрены известные конструктивные исполнения, которые могут быть применены для отрезных фрез больших диаметров, а именно: круглые компенсационные отверстия.

В результате параметрической оптимизации в среде SolidWorks Simulation на примере отрезной фрезы диаметром 250 мм, толщиной 2,5 мм с 80 зубьями были определены оптимальные конструктивные параметры компенсационных отверстий, а именно их диаметр (22,65 мм), количество (12) и диаметр кругового массива их расположения (207,22 мм) при условии обеспечения запаса прочности диска фрезы (2,5), а также максимально возможного значения частот собственных колебаний [2]. При этом первая собственная частота фрезы увеличилась с 203,15 до 220,87 Гц.

С помощью прикладных программ имитационной модели процесса обработки дисковыми фрезами [3] было проведено компьютерное моделирование динамического состояния отрезных фрез стандартной конструкции и с компенсационными отверстиями в процессе резания. В результате чего было установлено, что фреза предложенной конструкции имеет лучшие показатели динамической устойчивости, чем стандартная, в широком диапазоне режимов обработки. При переменной частоте вращения фрезы (40–60 об/мин) – в 2–4 раза, при переменной подаче на зуб (0,006–0,025 мм/зуб) – в 5–9 раз, при переменной глубине фрезерования (2–9 мм) – в 3–6 раз, при переменной величине фаски износа (0–0,4 мм) – в 3–4 раза и при переменном радиальном биении (0–0,12 мм) – в 3–6 раз.

Таким образом, предполагается, что отрезные фрезы с компенсационными отверстиями имеют большую работоспособность чем стандартные в достаточно широком диапазоне режимов резания и при величинах радиального биения и износа, находящихся в пределах допуска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балицька Н.О. Динамічна стійкість відрізних та прорізних фрез / Н.О. Балицька // Вісник Житомирського державного технологічного університету / Технічні науки. – 2015. – № 2 (73). – С. 3–5.
2. Параметрична оптимізація круглих компенсаційних отворів дискових фрез в середовищі Solidworks Simulation / О.Л. Мельник [и др.] // Вісник Житомирського державного технологічного університету / Технічні науки. – 2017. – № 2 (80). – С. 49–59.
3. Панчук В.Г. Теоретичні основи проектування відрізних фрез: дис. докт. техн. наук: 05.03.01 / В.Г. Панчук. – Киев, 2009. – 285 с.