

УДК 621.914.1

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ОТВЕРСТИЙ

А. А. ЖОЛОБОВ, О. Н. ШИШОВА
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Результаты исследований, приведенные в [1–3], не учитывают то, что для высокоскоростной обработки отверстия фрезерованием существует возможность применения нескольких инструментов, отличающихся конструктивно, но имеющих один и тот же подходящий для обработки диаметр. Соответственно, возникает проблема выбора фрезы, обеспечивающей наибольшую эффективность указанного процесса с точки зрения основного времени T_o + работы A , затраченных на процесс.

Цель исследований – выбор инструмента, обеспечивающего наибольшую эффективность обработки отверстия, со следующими параметрами: длина $L = 30$ мм, диаметр формируемого отверстия – 70 мм; шероховатость поверхности после обработки – 1,25...2,5 мкм по Ra ; материал заготовки – сталь 45. Также следует обратить внимание на то, что диаметр отверстия, полученный на предшествующей обработке, равен 38 мм.

Исходя из [4], расчетный диаметр фрезы $D_\phi = 19$ мм. Однако при резании в конструкции фрезы необходимо учесть радиус режущей пластины и ее ширину [5].

Для рассматриваемого примера в соответствии с каталогом [5] выбраны концевые фрезы фирмы Sandwik, диаметр которых максимально близок к расчетному, с режущими кромками не только на периферии рабочей части, но и на его торце (благодаря этому формирование дна ступени осуществляется без смены инструмента при чистовой обработке в первую очередь):

– концевая фреза № 1 R216.24-20050GCL44P 1620, диаметр которой максимально близок к расчетному: $D_\phi = 20$ мм, число эффективных периферийных режущих кромок $z = 4$, максимальная глубина резания в продольном направлении $a_p = 44$ мм, рабочая длина – 100 мм, максимальная частота вращения $n_{\max} = 80000$ мин⁻¹. Материал инструмента – 1620, его основа – НС, покрытие – PVD TiAlN;

– фреза насадная № 2 R3104-20T10-11M с твердосплавными пластинами R3104-11 T3 16E-PM 4340: $D_\phi = 20$ мм, число эффективных периферийных режущих кромок $z = 3$, максимальная глубина резания в продольном направлении $a_p = 10$ мм, максимальная частота вращения $n_{\max} = 111040$ мин⁻¹. Материал инструмента – 4340, его основа – НС, покрытие – CVD TiCN + Al₂O₃ + TiN;

– фреза насадная № 3 R3104-20T10-11L с твердосплавными пластинами R3104-11 T3 16E-PM 1130: $D_\phi = 20$ мм, число эффективных периферийных

режущих кромок $z = 2$, максимальная глубина резания в продольном направлении $a_p = 10$ мм, максимальная частота вращения $n_{\max} = 111040$ мин⁻¹. Материал инструмента – 1130, его основа – НС, покрытие – PVD AlTiCrN.

При определении основного времени T_o и работы A , затрачиваемых на выполнение технологической операции (переходов), для каждого из возможных вариантов принимались оптимальные для современных режущих инструментов и технологического оборудования режимы резания [6].

Основное время $\sum T_o$ и работа $\sum A$, затраченные на высокоскоростное фрезерование отверстия с $\varnothing 38$ до $\varnothing 70$ мм и $L = 30$ мм, методом винтовой интерполяции инструментом № 1 $\sum T_{o1в} = 10,711$ с, $\sum A_{1в} = 13,119$ кДж, инструментами № 2 $\sum T_{o2в} = 51,640$ с, $\sum A_{2в} = 55,740$ кДж и № 3 $\sum T_{o3в} = 77,460$ с, $\sum A_{3в} = 83,611$ кДж, методом круговой интерполяции инструментом № 1 $\sum T_{o1к} = 14,820$ с, $\sum A_{1к} = 18,025$ кДж, инструментами № 2 $\sum T_{o2к} = 63,106$ с, $\sum A_{2к} = 69,169$ кДж и № 3 $\sum T_{o3к} = 108,105$ с, $\sum A_{3к} = 103,753$ кДж.

Фреза № 1 является наиболее производительной, потому что она требует меньше времени и ресурсов для выполнения обработки отверстия диаметром $D = 70$ мм и $L = 30$ мм, по сравнению с фрезами № 2 и 3.

На основе вышеизложенного представлена методика выбора наиболее эффективного инструмента для высокоскоростной обработки отверстий фрезерованием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Оленин, Л. Д.** О некоторых особенностях фрезерования в режиме высокоскоростной обработки (ВСО) / Л. Д. Оленин, Д. И. Очечкин // Изв. МГТУ «МАМИ». – 2014. – № 3 (21). – С. 25–31 с.
2. **Скуратов, Д. Л.** Линейная математическая модель для определения рациональных условий обработки на операциях чистового концевого фрезерования при изготовлении деталей авиационной техники / Д. Л. Скуратов // Вестн. СГАУ им. акад. С. П. Королёва. – 2012. – № 5. – С. 93–99.
3. Повышение эффективности процесса фрезерования отверстий мелкоразмерным инструментом в условиях автоматизированного производства / В. М. Давыдов [и др.] // Транспортное машиностроение. – 2021. – № 10. – С. 13–21.
4. **Кляус, О. Н.** К вопросу определения оптимального метода высокоскоростной обработки отверстий фрезерованием / О. Н. Кляус, А. А. Жолобов // 56 Междунар. науч.-техн. конф. преподавателей и студентов, Витебск, 19 апр. 2023 г. – Витебск: ВГТУ, 2023. – С. 409–411.
5. Каталог SANDVIK COROMANT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sandvik.coromant.com.ru>. – Дата доступа: 19.01.2023.
6. **Сысоев, С. К.** Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 352 с.: ил.