

5. Напарьин Ю.А. К расчету характеристик прерывистых кругов при внутреннем шлифовании цилиндров //Тез. докл. конф. Секция. Теплофизика шлифования, сент. 1972 г. Тольятти, 1972. С. 16-19.

6. Напарьин Ю.А., Якимов А.В., Ярмонов Н.А. Некоторые результаты расчета температурных полей в пластине при прерывистом шлифовании //Тез. докл. конф. Секция. Математические методы и моделирование, сент. 1972 г. Тольятти, 1972. С. 66-69.

7. Напарьин Ю.А., Якимов А.В., Ярмонов Н.А., Нарыгин В.А. О температурном поле в детали при шлифовании композиционными кругами //Теплофизика технологических процессов: Межвед. науч. сб. /Тольяттин. политехн. ин-т. 1976. Вып. 3. С.84-88.

УДК 621.914.25.7:620.179.5

Е.Н.Воронов, А.Н.Волков

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДИСКОВЫХ ФРЕЗ  
ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ВЖЛ14Н

Исследована стойкость твердосплавных фрез при дисковом фрезеровании жаропрочного сплава. Проведено сопоставление стойкости инструмента для сборных и составных фрез и различных видов СОЖ, а также получены зависимости стойкости от скорости резания и подачи.

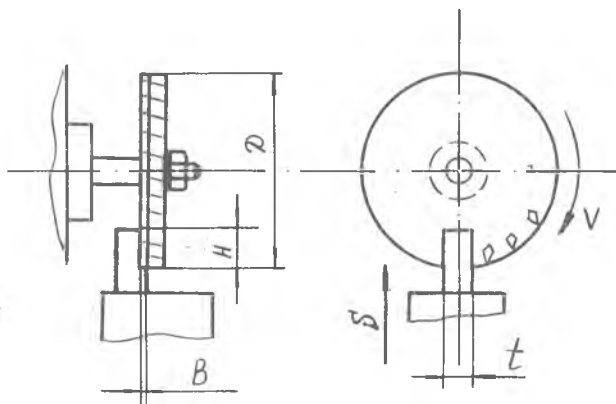
Процесс дискового фрезерования нежестких деталей из жаропрочного сплава ВЖЛ14Н характеризуется малой стойкостью режущего инструмента и низкой производительностью обработки. В связи с требованиями производства основные исследования были направлены на нахождение зависимостей стойкости инструмента от параметров режима резания, определение оптимального режима резания и разработку наиболее производительной конструкции фрезы.

---

ISSN 5-230-16902-8. Методы обработки авиаматериалов. Самара, 1991

---

Исследования проводились на горизонтально-фрезерном станке 6Т82Г-I при обработке образцов прямоугольной формы, которые закреплялись в тисках на столе станка. Фреза крепилась консольно на короткой жесткой оправке (рис. I).



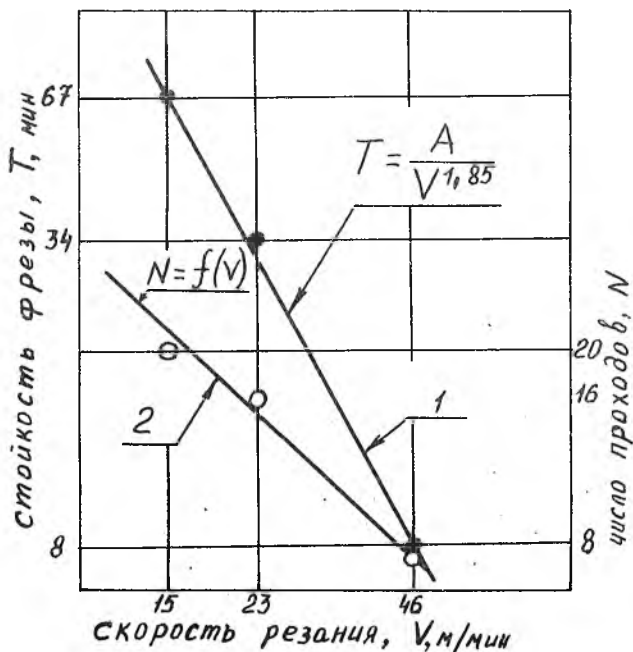
Р и с. I. Схема процесса и обозначение параметров режима резания при дисковом фрезеровании

Элементы режима резания изменялись в пределах: скорость резания  $V = 15-47$  м/мин; подача  $S_{\text{ж}} = 0,007-0,029$  мм/зуб; глубина, ширина и длина прохода во всех опытах были постоянными и соответственно составляли  $t = 25$  мм,  $B = 2$  мм и  $H = 35$  мм. Фрезерование проводилось с вертикальной подачей в соответствии с принятым на производстве технологическим процессом. В качестве режущего инструмента применялись дисковые фрезы сборной и составной конструкции, оснащенные твердосплавными пластинками марки ВК8. В сборной конструкции фрезы твердосплавные пластинки крепились в корпусе с помощью специальных зажимных устройств, позволяющих производить регулировку пластин как в осевом, так и в радиальном направлениях. В составных фрезах пластинки крепились пайкой по технологии предприятия.

Применяемые фрезы имели следующие конструктивные и геометрические параметры: диаметр фрезы  $D = 156$  мм; посадочный диаметр  $d = 50$  мм; ширина фрезы  $B_0 = 20$  мм; число зубьев фрезы  $z = 18$ ;  $\varphi = 90^\circ$ ;  $\varphi_f = 3^\circ$ ;  $\gamma = 10^\circ$ ; фаска по задней поверхности  $f = 1$  мм;

$\alpha_f = 16^\circ$ ;  $\gamma_{\text{пр}} = 10^\circ$ ; фаска на задней поверхности на торце  $f_{\text{пр}} = 1$  мм;  $\alpha_{f\text{пр}} = 8^\circ$ ; радиус при вершине зуба  $R = 2$  мм;  $\alpha_R = 12^\circ$ ; угол наклона зубьев  $\omega = 8^\circ$ .

За критерий притупления принимался износ по задней поверхности зубьев  $h_3 = 0,8-0,9$  мм. Фрезерование велось всухую и с применением различных СОЖ при симметричном расположении заготовки относительно оси фрезы.



Р и с. 2. Зависимости стойкости фрез и числа проходов от скорости резания:  $B = 2$  мм;  $t = 25$  мм;  $s_x = 0,018$  мм/зуб; СОЖ - МР-1

Исследование влияния на стойкость фрезы скорости резания проводилось сборными фрезами при подаче  $s_x = 0,018$  мм/зуб с применением СОЖ МР-1 методом полива. Скорость резания имела следующие значения: 15, 23 и 46 м/мин ( $n = 31,5$ ; 50 и 100 об/мин). Как вид-

по из графиков, приведенных на рис. 2 (кривая I), зависимость стойкости фрезы от скорости резания можно представить формулой

$$T = \frac{A}{V^{1,85}}$$

Это можно объяснить повышением температуры в зоне резания, что способствует интенсивному нарастанию износа по задней поверхности. Следует также отметить, что с увеличением скорости резания снижается и число проходов  $N$  (кривая 2) в несколько замедленном темпе по сравнению с зависимостью  $T-V$ .

Исследование влияния подачи на стойкость фрез проводилось при постоянной скорости резания  $V = 15$  м/мин сборной фрезой. Величина подачи при проведении данной серии опытов имела следующие значения:  $S_z = 0,011, 0,018$  и  $0,029$  мм/зуб. Остальные параметры режима резания и геометрии инструмента были такими же, как и в серии экспериментов по скорости резания. График зависимости стойкости фрезы от подачи приведен на рис. 3 (кривая I). Как видно из этой зависимости, увеличение подачи с  $S_z = 0,011$  до  $0,018$  мм/зуб вызывает незначительное снижение стойкости, определяемое зависимостью

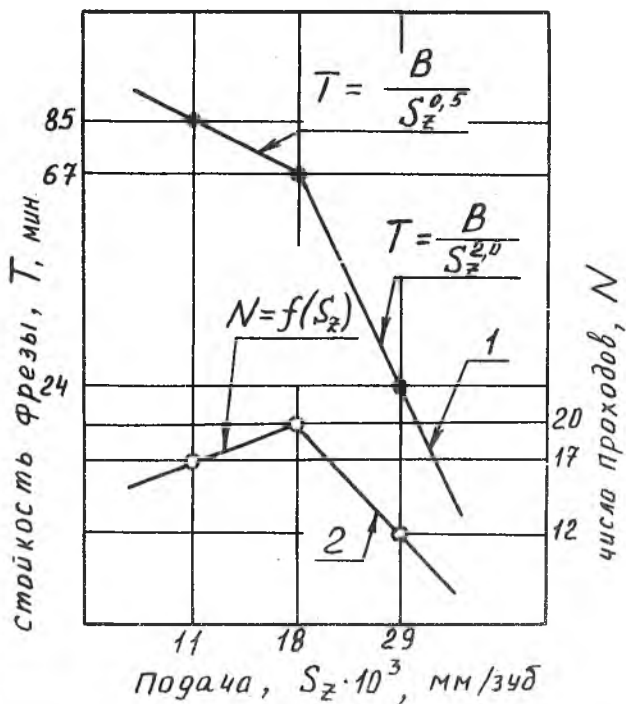
$$T = \frac{B}{S_z^{0,5}}$$

при увеличении подачи с  $S_z = 0,018$  до  $0,029$  мм/зуб падение стойкости возрастает и формула принимает вид

$$T = \frac{B}{S_z^{2,0}}$$

Из рассмотрения графика 2 (рис. 3) также следует, что в пределах изменения подач  $S_z = 0,011-0,018$  мм/зуб число проходов с увеличением подачи возрастает. Это объясняется тем, что в указанном диапазоне подач преобладающее влияние на длину пути резания оказывает производительность обработки, а не стойкость режущего инструмента.

Разработанная конструкция сборной дисковой фрезы с механическим креплением твердосплавных пластин отличается от используемой в производстве составной фрезы целым рядом достоинств: многократностью использования корпуса фрезы и связанного с этим сокращения необходимого количества фрез для изготовления заданной программы деталей,

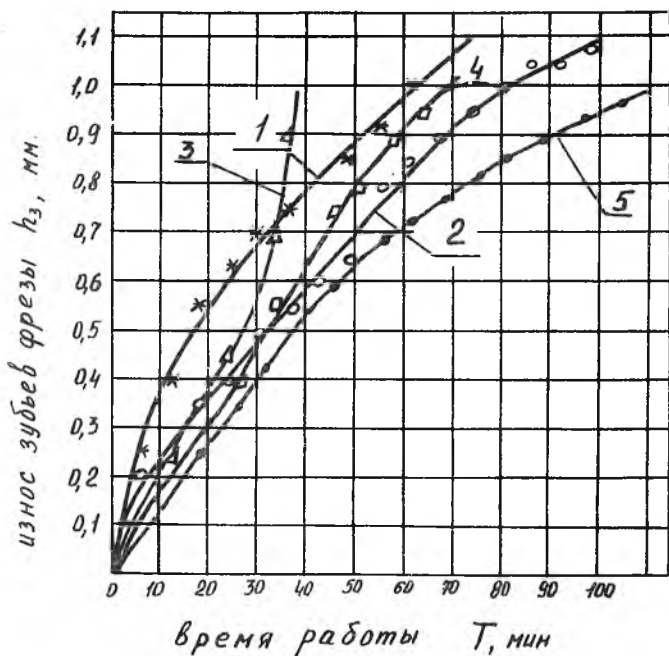


Р и с. 3. Графики стойкости фрез и числа проходов в зависимости от подачи:  $B = 2$  мм;  $z = 25$  мм;  $v = 15$  м/мин; СОЖ - МР-1

повышением длительной точности посадочного отверстия фрезы в связи с возможностью соответствующей термической обработки корпуса, сокращением расхода твердого сплава и др.

Вместе с тем одним из важных критериев работоспособности фрезы является ее стойкость при прочих равных условиях. С целью сравнительной оценки стойкости сборной и составной фрез было проведено исследование работы той и другой фрезы при следующих одинаковых условиях резания:  $V = 15$  м/мин;  $S_z = 0,018$  мм/зуб. Конструктивные размеры и геометрические параметры заточки фрез соответствовали указанным выше.

В качестве СОЖ использовалась жидкость МР-1. Графики износа



Р и с. 4. Кривые износа дисковых фрез при обработке сплава ВЕЛЛ4Н: 1 — составная фреза; 2 — сборная фреза,  $v = 15$  м/мин,  $B = 2$  мм,  $t = 25$  мм,  $S_{\Sigma} = 0,018$  мм/зуб, СОЖ — МР-1; 3 — работа без охлаждения, фреза сборная; 4 — 20% эмульсия, фреза сборная; 5 — Аквол-6,  $v = 15$  м/мин,  $B = 2$  мм,  $t = 25$  мм;  $S_{\Sigma} = 0,018$  мм/зуб, фреза сборная

Износ зубьев составных (1) и сборных (2) фрез приведен на рис. 4. Из приведенных данных видно, что стойкость сборных фрез в 1,3 раза выше стойкости составных фрез. Это объясняется тем, что в процессе пайки в материале корпуса фрезы и твердосплавных пластинах возникают высокие температуры, приводящие после остывания к появлению в твердом сплаве растягивающих остаточных напряжений вследствие разных коэффициентов линейного удлинения твердого сплава и стали. Последние снижают прочность твердого сплава и способствуют появлению микротрещин, ведущих к ускоренному выкрашиванию твердого сплава. Таким

образом, и с точки зрения стойкости инструмента целесообразно применение сборных фрез вместо составных.

Важное значение для повышения стойкости твердосплавного инструмента при фрезеровании жаропрочных сплавов имеет правильный выбор марки СОЖ. В связи с этим было исследовано влияние на стойкость фрез следующих наиболее рекомендуемых СОЖ: 20% раствора эмульсола в воде, МР-1 и Аквола-6. Исследование проводилось при следующих постоянных параметрах режима резания:  $V = 15$  м/мин;  $S_z = 0,018$  мм/зуб;  $t = 25$  мм;  $B = 2$  мм. Результаты опытов представлены в виде графиков износа зубьев фрез на рис. 4. Наибольшую эффективность имеет жидкость Аквол-6, применение которой увеличивает стойкость фрез в 1,3 раза по сравнению с МР-1 и в 1,5 раза по отношению к 20% эмульсии. Самая низкая стойкость фрез наблюдалась при работе без охлаждения (кривая 3). Из приведенных графиков также видно, что в начальный и средний периоды работы фрез, когда зубья еще достаточно остры, влияние СОЖ проявляется в меньшей мере, чем в конце работы при значительном затуплении фрез.

УДК 621.951.7.025

Г.С.Железнов, С.А.Сингеев, В.Г.Бакланов

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗВЕРТОК С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ РЕЗУЩИХ ПЛАСТИН ИЗ КОМПОЗИТА 05

Показаны два варианта конструкции развертки с механическим креплением пластин из сверхтвердого материала. Приведены формулы геометрических соотношений между параметрами указанной развертки. Показаны способы настройки на размер и восстановления пластин при достижении износа.

В настоящее время в машиностроении установилась устойчивая тенденция, заключающаяся в том, что точные отверстия в деталях машин обрабатываются растачиванием в два перехода, первый из которых явля-