

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАНАВОЧНЫХ РЕЗЦОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА

Макаров В.Ф.¹, Кириллова А.А.², Владыкин А.В.²

¹*Пермский национальный исследовательский университет;*

²*АО «ОДК-Пермские моторы», Пермь*

Ключевые слова: токарная обработка, канавочные сборные резцы, твердосплавные канавочные пластины, жаропрочные сплавы, износостойкость, режимы резания.

Аннотация. Представлены результаты работ по сравнительным испытаниям твердосплавных канавочных пластин китайского производства из современных сплавов при проточке канавок в детали из труднообрабатываемого жаропрочного сплава. Определены зависимости износа инструмента от времени обработки. Определен инструмент с лучшими показателями стойкости при наиболее эффективных режимах резания.

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF GROOVE CUTTERS IN PROCESSING HEAT-RESISTANT ALLOY

Makarov V.F.¹, Kirillova A.A.², Vladykin A.V.²

¹*Perm National Research University;*

²*JSC "UEC-Perm Motors", Perm*

Keywords: turning, grooved prefabricated cutters, carbide grooved plates, heat-resistant alloys, wear resistance, cutting modes.

Abstract. The results of comparative tests of Chinese-made carbide groove plates made of modern alloys when cutting grooves into parts made of a heat-resistant alloy that is difficult to process are presented. The dependences of tool wear on the processing time are determined. The tool with the best durability indicators under the most efficient cutting modes has been identified.

Аэрокосмическая промышленность является одной из самых сложных с точки зрения технических требований, предъявляемых к режущему инструменту. Это связано с необходимостью обработки различных труднообрабатываемых жаропрочных и титановых сплавов, необходимостью обеспечения высокой точности и качества поверхности обрабатываемых деталей газотурбинного двигателя (ГТД).

В настоящее время при токарной обработке глубоких канавочных поверхностей деталей современных авиационных газотурбинных двигателей из новых труднообрабатываемых жаропрочных сплавов на станках с ЧПУ возникают большие проблемы с применением канавочных сборных резцов. Тяжелые условия обработки, связанные с затруднением отвода стружки из зоны резания (формирование сливной путаной стружки), с недостаточным охлаждением (сложность подвода СОЖ в канавку), с неблагоприятной формой резца (большой вылет при малой его толщине, малая жесткость), ухудшают условия эксплуатации этих резцов. Указанные факторы ведут к повышенному расходу канавочных твердосплавных пластин из-за быстрого износа режущих кромок, что существенно влияет на технико-экономические показатели и производительность обработки деталей ГТД. Поэтому для обеспечения требуемого качества, точности и

производительности обработки сложнопрофильных деталей одной из важных задач является применение современных износостойких марок твердого сплава с покрытием на оптимальных режимах резания.

Для решения задачи выбора наиболее перспективных вариантов инструмента проведены сравнительные стойкостные испытания по выявлению режущих свойств канавочных режущих пластин фирмы Gesac (Китай) из твердых сплавов [1], предназначенных для обработки жаропрочных сплавов. Испытания проводились в соответствии с методикой, разработанной д.т.н. профессором Макаровым А.Д. [2] на обрабатывающем центре с ЧПУ с применением СОЖ. В качестве обрабатываемого материала использовалась заготовка типа «Диск» из жаропрочного сплава на никелевой основе ХН73МБТЮ-ВД (ЭИ698-ВД). Для сравнительных испытаний были выбраны канавочные пластины GKD5004-MT GS3125 с державкой GKER2525-5T23 и GZD5004-FG GA4230 с державкой GZER2525-4T20.

Для измерения износа по задней грани режущих кромок использовался микроскоп БМИ-1. В процессе проведения испытаний назначались следующие параметры режима резания: скорость резания $V = 25$ м/мин (выбрана исходя из оптимальных значений скоростей при прорезке канавок в деталях из жаропрочных сплавов $V = 20 \dots 30$ м/мин), подача – $S = 0,1$ мм/об. В качестве критерия оценки качества инструмента принят износ пластины по задней поверхности, не превышающий $h_z = 0,3$ мм при заданной стойкости $T \geq 15$ мин [3]. Допустимая величина износа $h_z = 0,3$ мм обусловлена тем, что при дальнейшем увеличении износа происходит повышение сил резания, воздействующих на инструмент с малой жёсткостью, в результате чего происходит отгибание инструмента, ухудшается шероховатость обработанной поверхности и снижается точность обработки.

По результатам испытаний и измерения износа определены зависимости износа двух различных пластин h_z от времени обработки T , представленные в виде графиков на рисунке 1.

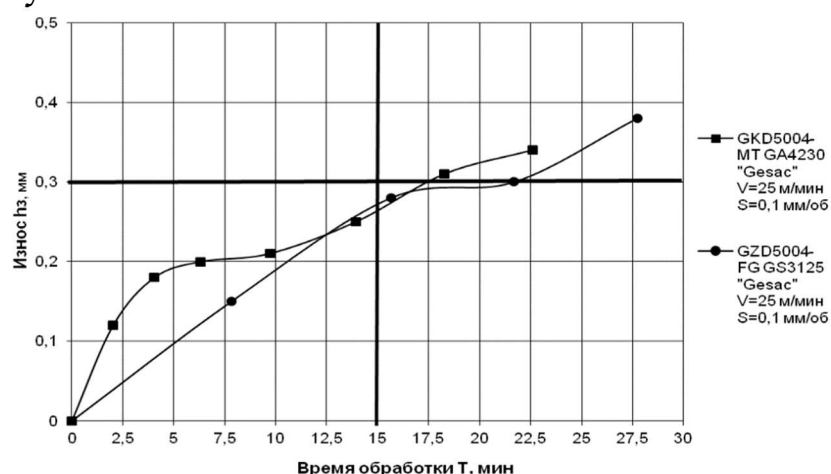


Рис. 1. Зависимость износа по задней поверхности пластин GKD5004-MT GA4230 и GZD5004-FG GS3125 от времени обработки

В результате анализа полученных данных и графиков на рисунке 1 установлено, что стойкость пластин GKD5004-MT GA4230 при износе по задней поверхности 0,3 мм составила 17,5 мин, а стойкость пластин GZD5004-FG GS3125

составила 21,5 мин, что на 25% больше. Наилучший результат получен при прорезке канавочной пластиной GZD5004-FG из твердого сплава GS3125.

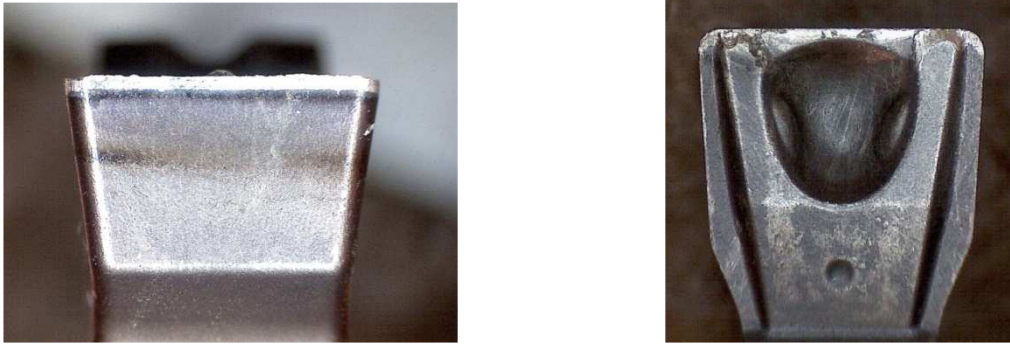


Рис. 2. Величина и характер износа по задней и передней поверхности канавочной пластины GZD5004-FG GS3125 при $V = 25$ м/мин, $S = 0,1$ мм/об

Выводы

1. Канавочные пластины из сплавов GA4230 и GS3125 обеспечивают требуемую стойкость ($T \geq 15$ мин при износе 0,3 мм) при обработке труднообрабатываемых жаропрочных сплавов на никелевой основе при скорости резания $V = 25$ м/мин.

2. Наилучший результат по износостойкости, с обеспечением требуемого качества обработки, получен при прорезке канавочной пластиной GZD5004-FG из твердого сплава GS3125 при скорости резания $V = 25$ м/мин.

Список литературы

1. Токарный инструмент Gesac: каталог. – Китай, 2023. – 266 с.
2. Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания. – М.: Машиностроение, 1976. – 278 с.
3. ГОСТ 26613-2016 Резцы токарные с механическим креплением сменных многогранных пластин. – М.: Стандартинформ, 2017. – 10 с.
4. Макаров В.Ф. Резание материалов: учебник. – Старый Оскол: Изд-во «ТНТ», 2025. – 472 с.

Сведения об авторах:

Макаров Владимир Фёдорович – д.т.н., профессор, заместитель заведующего кафедрой «Инновационные технологии машиностроения»;

Кириллова Алевтина Анатольевна – к.т.н., ведущий специалист;

Владыкин Алексей Валерьевич – к.т.н., заместитель начальника Центра прогрессивных технологий.