

## АДАПТАЦИЯ РЕЖУЩЕГО КЛИНА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

А. С. Гусев<sup>1</sup>, А. М. Мигранов<sup>2</sup>, А. Ф. Садыков<sup>3</sup>, И. И. Хусаенов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>gusev.angrey@bk.ru, <sup>2</sup>migranov\_art1993@inbox.ru, <sup>3</sup>sadykovaf@mail.ru, <sup>4</sup>husaenovii@inbox.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

**Аннотация.** Приведены результаты исследования повышения износостойкости инструмента путем геометрической адаптации формы режущего клина при механообработке резанием и фрезерованием различных материалов по обрабатываемости. Подтверждена возможность повышения износостойкость режущего инструмента на 75 – 90% при обеспечении и улучшения показателей качества обработанного поверхностного слоя.

**Ключевые слова:** трение, износ, режущий клин, геометрическая адаптация, самоорганизация, точение, фрезерование.

### ВВЕДЕНИЕ

Традиционная борьба с потерями на трение и износом режущего инструмента при лезвийной обработке резанием с помощью разработки и внедрения новых марок СОТС и покрытий и т.д. приводит, по существу, к обеспечению сохранения исходной формы режущего клина. Вместе с тем, образование нароста на резце при умеренных скоростях резания, переход преимущественного износа по задней поверхности на переднюю с образованием лунки и т.д. подтверждает самоорганизацию процесса при резании. Таким образом, в этих случаях в самой системе формируется рациональный с точки зрения энергетических затрат, режущий клин, дополняющий инструмент [1–6]. Причем форма режущего клина зависит от скорости резания и условий резания (применение СОТС, покрытий и т.д.) и как следствие оказывает существенное влияние на температурно-силовые условия и контактные явления в зоне резания. Эта закономерность поведения по образованию устойчивых естественных геометрических форм при трении и износе породило направление по повышению износостойкости инструмента за счет геометрической адаптации режущего клина. Следует отметить, что работа в этом направлении:

– актуальна для режущих инструментов, работающих в условиях существенной нестационарности процесса резания (нестационарное точение (переменность подачи и глубины резания), фрезерование, сверление и т.д.), для операций черновой обработки, при использовании износостойких покрытий (отслоение, выкрашивание покрытия и т.д.) и т.д.;

– мало изучена (хотя известно с первых работ по резанию и трению), сложна и многовариантна как в теоретическом (энергетические закономерности, механика резания и т.д.), так и экспериментальном плане ввиду микроскопичности форм и переменности контактных процессов (микрорезание, условия стружкообразования и т.д.);

– востребована для лезвийной обработки крупногабаритных деталей силовой части ГТД (газотурбинных двигателей), где в процессе резания в пределах одного длительного полустого и чистого прохода нельзя менять режущий инструмент по причине снижения показателей качества обработанного поверхностного слоя.

Исследования влияния элементов режима резания (скорости, подачи и глубины резания) на основные параметры процесса резания – температуру и силу резания, износостойкость режущего инструмента, коэффициент усадки стружки - при использовании

различных инструментальных материалов проводились по стандартным методикам. Стойкостные и температурные испытания проводили на универсальном токарном станке нормальной жесткости I6K20T, оборудованном тиристорным преобразователем для бесступенчатого регулирования частоты вращения шпинделя и вертикально-фрезерном станке «НЕКСЕРТ».

Для экспериментальных исследований как при точении, так и при фрезеровании использовались заготовки из одной партии материалов, одинаковых марок. В качестве обрабатываемых материалов были использованы следующие стали и сплавы различных групп по обрабатываемости резанием: Сталь 40X; 14X17H2; 12X18H10T.

Для исследования обрабатываемости материалов при натурных испытаниях использовались цельные резцы, сверла и фрезы. Цилиндрическое фрезерование производилось концевыми фрезами как из быстрорежущей стали, так и из твердосплавного материала ( $d = 12, 13$  мм;  $z = 4, 5$ ), а торцевое фрезерование однорезцовыми фрезами ( $d = 90$  мм), оснащенными четырехгранными пластинами. Применяемые марки инструментальных материалов из быстрорежущей стали: P6M5, P6M5K5, P9K5, группы BK: BK8, BK6M, BK100M, ТК: T15K6 и ТТК: ТТ8К6 назначались в соответствии с рекомендациями [1, 2], а также для сравнительного анализа.

Большинство экспериментальных данных по износу и стойкости режущих инструментов получены путем непосредственного наблюдения и измерения зон износа на резце и фрезе. При этом, как показали предварительные эксперименты и анализ литературных данных [1, 2, 5], в условиях чистового и получистового резания, определяющим элементом износа инструмента является фаска износа по его задней поверхности. Анализ профиля износа задней поверхности, выполненный в исследовании [1 - 7], показал, что наименьшей изменчивостью результатов измерения износа характеризуется средний износ задней поверхности вдоль главной режущей кромки. Исходя из вышеизложенного, в качестве исследуемого параметра износа инструмента использовалась средняя

ширина фаски износа задней поверхности (без учета выемок). Ширину  $h_3$  фаски износа инструмента по задней поверхности измеряли с помощью отсчетного микроскопа МИР-2М с насадкой МОВ-15 точностью отсчета до 0,002 мм.

Для экспериментальных исследований при геометрической адаптации режущего клина применялись специально заточенные резцы (по задней поверхности с фаской  $f' = 30, 50$  и 100 мкм (рис.1, а); по передней поверхности с фаской  $f' = 30, 50$  и 100 мкм и углом  $\gamma' = 10^\circ$  (рис.1, б) и радиусом скругления вершины (рис.1, в)) и фрезы (с дополнительной фаской по ленточке и торцевой части).

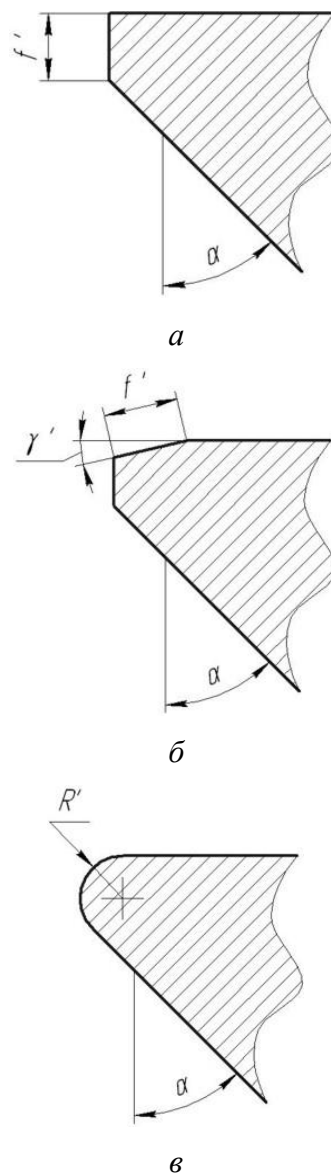


Рис. 1. Резцы с геометрической адаптацией режущего клина

Резцы затачивались на универсально-заточном станке модели ЗА64Д и на станке ЗБ642 с применением алмазных кругов. Заточка осуществлялась без применения смазочно-охлаждающих жидкостей.

При сверлении использовались двухленточные сверла из быстрорежущей стали Р6М5К5 для обработки коррозионно-стойких сталей ( $d = 9, 10$  мм;  $\varphi = 125^0$ ;  $\lambda = 12^0$ ).

Для обеспечения идентичности экспериментальных исследований производился отбор режущего инструмента по результатам стойкостных испытаний и предварительной сортировки по величине ТЭДС при резании согласно методикам [2, 5].

Проведены натурные эксперименты при точении и фрезеровании в два этапа: в начальном этапе определялась оптимальная форма (рис. 2), т.е. расположение фаски на режущем клине, а затем и размеры фасок (рис. 3).

Результаты исследований износостойкости инструмента с геометрической адаптацией режущего клина приведены на рис. 2–3.

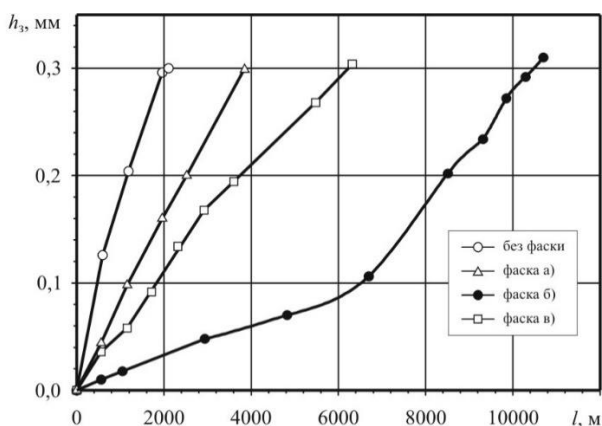


Рис. 2. Влияние длины пути резания на износ инструмента при точении стали 40Х – ТТ8К6 ( $V = 450$  м/мин;  $S = 0,11$  мм/об;  $t = 0,5$  мм)

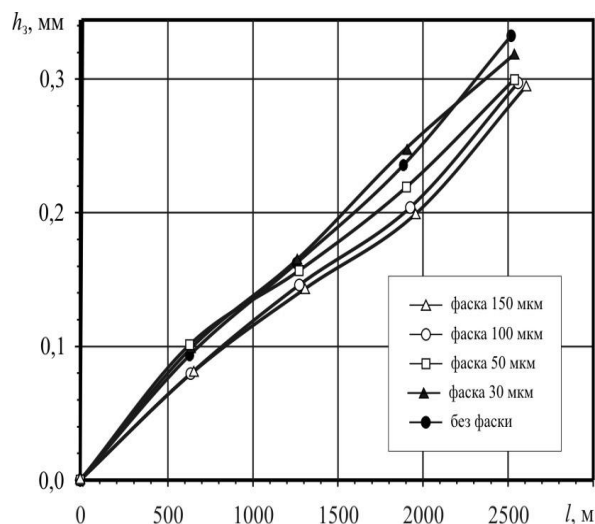


Рис. 3. Влияние длины пути резания на износ инструмента с различными фасками по передней поверхности режущего клина при точении стали 40Х – ТТ8К6 ( $V = 150$  м/мин;  $S = 0,11$  мм/об;  $t = 0,5$  мм)

По результатам экспериментальных исследований при различных формах геометрической адаптации установлено, что: износостойкость режущего инструмента при точении с различными режущими клиньями выше и наиболее благоприятна при фаске типа (б), при этом повышение на 90% при оптимальных режимах резания; при высоких скоростях резания эффект от геометрической адаптации (рис.3) более существенен по сравнению с низкими скоростями резания, видимо это связано с изменением температурно – силовых условий резания

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Loladze T. N.** Strength and wear resistance of the cutting tool. Moscow : Mashinostroenie, 1982. - 320 p
2. **Migranov M. SH.** Ways to improve the efficiency of mechanical processing by cutting. / M. sh. Migranov, L. sh. Shuster-Technology of mechanical engineering, 2004. #5. - P. 19-22.
3. **ShultzV. V.** Form of natural wear of machine parts and tools. - L.: Mechanical Engineering. Flax.ed. , 1990. - 208 p.

**ОБ АВТОРАХ**

**ГУСЕВ Андрей Сергеевич**, магистрант кафедры СЛАТ.

**МИГРАНОВ Артур Марсович**, аспирант кафедры ОКМиМ.

**САДЫКОВ Азамат Фиргатович**, магистрант кафедры СЛАТ.

**ХУСАЕНОВ Ирик Ильсурович**, магистрант кафедры СЛАТ.

**METADATA**

**Title:** Adapting the cutting wedge of the tool to increase wear resistance

**Authors:** A. S. Gusev <sup>1</sup>, A. M. Migranov <sup>2</sup>, A. F. Sadykov <sup>3</sup>, I. I. Husaenov <sup>4</sup>

**Affiliation:**

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

**Email:** <sup>1</sup> gusev.angrey@bk.ru, <sup>2</sup> migranov\_art\_1993@inbox.ru, <sup>3</sup> sadykovaf@mail.ru, <sup>4</sup> husaenovii@inbox.ru.

**Language:** Russian.

**Source:** Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 1 (22), pp. 52-55, 2020. ISSN 2225-9309 (Print).

**Abstract:** The results of the study of increasing the tool wear resistance by geometric adaptation of the cutting wedge shape during machining by cutting and milling various materials for workability are presented. The possibility of increasing the wear resistance of the cutting tool by 75 – 90% while ensuring and improving the quality indicators of the treated surface layer was confirmed.

**Key words:** friction, wear, cutting wedge, geometric adaptation, self-organization, turning, milling.

**About authors:**

**GUSEV, Andrey Sergeyich**, master's student of the Department SLAT (UGATU, 2020).

**MIGRANOV, Arthur Marsovich**, postgraduate student of the Department of ОКМиМ

**SADYKOV, Azamat Firgatovich**, master's student of the Department SLAT (UGATU, 2020).

**KHUSAENOV, Irik IIsurovich**, master's student of the Department SLAT (UGATU, 2020).