

УДК 621.951.1

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СМЕННЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН

© 2018 С.Н. Балакиров, Н.В. Носов

Самарский государственный технический университет

Статья поступила в редакцию 25.06.2018

В статье приводятся результаты разработки технологии восстановления сменных многограных пластин. Определены расчетные геометрические параметры режущей части инструментов, с учетом режимов и условий обработки. Разработана технология восстановления сменных пластин по передней поверхности, которая включает операции заточки, приработки и лазерного упрочнения. Восстановленные пластины прошли опытно-промышленную проверку на получистовых операциях токарной обработки шаровых кранов, стойкость восстановленных пластин 10-20% ниже стойкости новых пластин.

Ключевые слова. Неперетачиваемые пластины, режимы заточки, восстановление, упрочнение лазерное, геометрия инструмента, износостойкость.

ВВЕДЕНИЕ

Применение сменных твердосплавных пластин с креплением через центральное отверстие при обработке деталей является доминирующим направлением в обработке металлов резанием. При этом, эффективность процесса определяется ресурсом работы режущего инструмента. В связи с этим проблема увеличения стойкости сменных твердосплавных пластин является весьма важной задачей инструментального производства. Мировая практика показывает, что пластины, выпускаемые фирмами: SECO, SANDVIK, GUEHRING, DORMER и др. имеют необходимые для резания геометрические параметры и высокие физико-механические свойства. Как правило, увеличение стойкости твердосплавных пластин этих фирм производится за счет применения износостойких покрытий. Перспективным направлением увеличения ресурса пластин является восстановление режущих свойств изношенных пластин для их повторного использования. Восстановление формы передней поверхности практически невозможно.

Известно, что износ и сколы вершин твердосплавных пластин происходят по задней поверхности главной и вспомогательной режущих кромок и радиусу вершины резца (рис. 1). Установлено, что пластины приходится заменять, если износ одной вершины пластины резца по задней поверхности главной режущей кромки и радиусу закругления вершины составляет 0,3-0,5 мм по высоте и 0,03-0,05 мм по глубине. Это определяет период стойкости пластины.

Сергей Николаевич Балакиров, аспирант.
Николай Васильевич Носов, доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения». E-mail: upd@samgtu.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

При обработке заготовок на токарных станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах твердосплавные режущие пластины являются универсальными и могут иметь две главных режущие кромки, т.к. снимают припуски с различных поверхностей: цилиндрических, плоских и фасонных, внутренних и наружных.

Установлено, что износ неперетачиваемых пластин происходит в следующей последовательности:

В начальный период (приработка) износ пластин связан с движением стружки по передней поверхности износу покрытия и образование лунки на передней поверхности.

В следующий период наблюдается разрастание площади лунки за счет износа покрытия как по площади, так и по глубине, увеличение радиуса закругления режущей кромки (стабилизация процесса резания).

В конце работы пластины наблюдается образование мелких сколов по главной режущей кромке, которые сливаюсь, образуют сплошную изношенную поверхность по задней поверхности инструмента. Особенно это заметно на пластинах имеющих заднюю поверхность равную нулю (рис. 1).

В работе [1] приводятся 3 варианта восстановления режущей способности пластин:

1. переточка пластин по задней поверхности вдоль главной и вспомогательной режущих кромок и радиусу вершины резца по всему контуру сменных пластин;

2. переточка пластин по передней поверхности (применяется редко);

3. совместная переточка по задней и передней поверхности.

При первом варианте восстановление пластин производится по всему периметру смен-

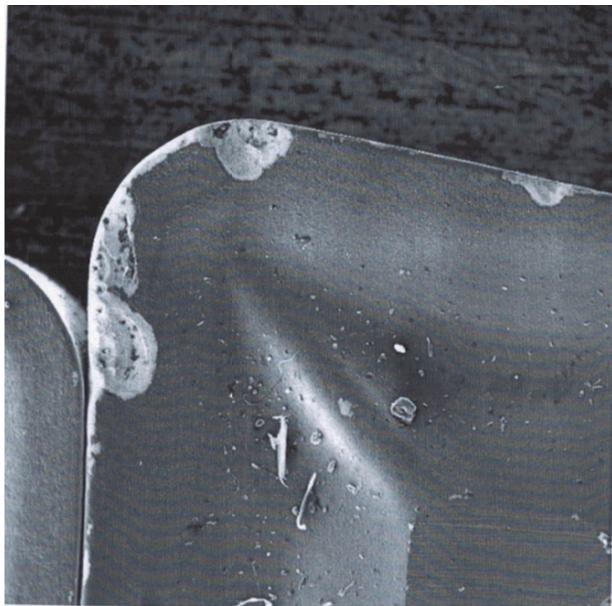


Рис. 1. Передняя поверхность изношенной сменной многогранной пластины

ных многогранных пластин на величину износа по передней поверхности на шлифовальных станках с ЧПУ [1].

Преимуществом этого метода является многократное использование при восстановлении изношенных сменных многогранных пластин и неизменная форма передней поверхности. Недостатком является уменьшение размеров многогранных пластин по диаметру вписанной окружности, что изменяет условия крепления пластины в корпусе инструмента и может привести к снижению надежности крепления пластины. В силу этого, восстановленные пластины не могут быть использованы при обработке на станках с ЧПУ, а только на универсальных токарных станках, т.е. переточка ограничивает область их применения.

В работе [2] предложено затачивать только часть задней поверхности, примыкающей к вершине пластины, оставляя установочные поверхности неизменными. Однако становится невозможным восстановление позитивных сменных пластин, в частности 4-х вершинных и 8-ми вершинных и усложняется кинематика процесса переточки.

На наш взгляд наиболее перспективным является переточка пластины по передней поверхности с отрицательной фаской, со стружколовающей канавкой, с положительным передним углом [3]. В этом случае заточка пластины уменьшает размер пластины по высоте, но на надежность крепления это не сказывается. При переточке пластин по передней поверхности появляется уникальная возможность изменить параметры режущей части в соответствии с конкретными условиями обработки.

Размер припуска при шлифовании передней поверхности зависит от величины износа по

задней поверхности, режимов резания и марки обрабатываемого материала.

В процессе переточки необходимо установить размеры и форму новой передней поверхности с сохранением возможности стружкозавивания и стружкодробления.

Необходимо выбрать или рассчитать геометрические размеры передней поверхности: длину, ширину, угол наклона (передний угол) главной режущей кромки.

Длина переточенной главной режущей кромки $L_p = t + (1\dots 2)$ мм, где t – глубина резания.

Ширина переточенной передней поверхности рассчитывается по длине участка пластического контакта стружки по передней поверхности L_3 :

$$L_3 = S_o \cdot [K_l \cdot (1 - tg(\gamma)) + Sec(\gamma)],$$

где S_o – подача на оборот заготовки, мм/обор, K_l – усадка стружки по длине, γ – передний угол.

После заточки передний угол при вершине резца $\gamma = + (5\dots 7^\circ)$, это позволяет иметь положительный передний угол на главной режущей кромке равный $3\dots 5^\circ$ при обработке заготовок (рис. 2).

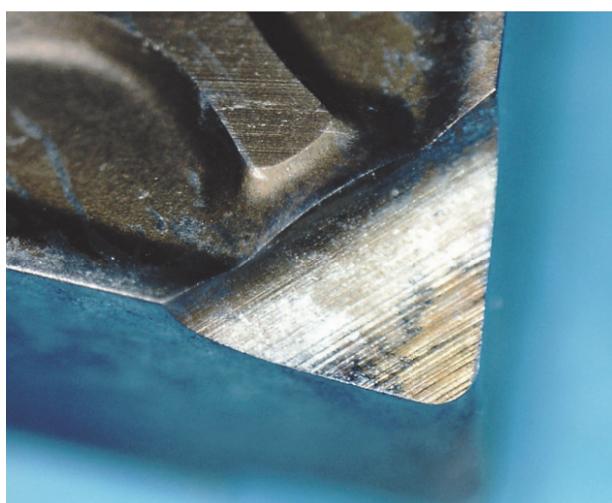


Рис. 2. Вид заточенной передней поверхности пластины

Практика процесса переточек показывает, что наибольшую эффективность имеют алмазные круги на бакелитовых и вулканитовых связках.

После заточки твердосплавная пластина устанавливается в резцодержатель токарного станка с ЧПУ и производится процесс приработки пластины с режимами установленной технологической операции в течении времени $\tau=10$ минут, для образования лунки износа по передней поверхности. Размеры лунки соответствуют длине $L_{\perp} = t - 0,5$ мм и ширине $B_{\perp} = L_3 - 1$ мм, при этом максимальная глубина лунки должна составлять $0,03\dots 0,04$ мм (рис. 3).

После приработки передняя поверхность пластины упрочнялась импульсной лазерной обработкой (ЛО), которая наиболее широко



Рис. 3. Приработанная твердосплавная пластина

применяется в мелкосерийном инструментальном производстве.

Существующие простые аналитические зависимости [1-4 и др.] позволили с достаточной для практического применения точностью рассчитать режимы ЛО, необходимые для разработки технологических процессов. Однако, важным моментом, касающимся лазерного упрочнения твердосплавных пластин, является фактическая марка твердого сплава, выпускаемая производителями твердосплавного инструмента. Проведены исследования химического состава твердого сплава, выпускаемого фирмой SANDVIK (таблица 1).

Таким образом, установлено, что марка твердого сплава близка к отечественному твердому сплаву ВК6.

ЛАЗЕРНОЕ УПРОЧНЕНИЕ

Известно применение программных комплексов на основе метода конечных элементов (МКЭ) для оптимизации существующих технологических процессов. В технологических процессах, использующих лазерное излучение, МКЭ применяется для численного анализа температурных полей при импульсном излучении [6]. Ис-

пользуя МКЭ, становятся возможными прогнозирование границ зоны термического влияния и глубины зоны лазерного воздействия (ЗЛВ) и впоследствии на этой основе мониторинг состояния поверхности материала после ЛО.

Задача о нагреве режущего клина инструмента при упрочняющей импульсной ЛО решалась в трехмерной постановке методом конечных элементов (КЭ) в программе ANSYS Workbench. Тип анализа – переходный тепловой (Transient Thermal) с автоматическим выбором числа подшагов. Моделировался нагрев передней поверхности режущего клина инструмента (угол заострения – β) лазерным импульсом треугольной формы длительностью 10 мс с равномерным распределением плотности энергии ЛИ по сечению лазерного пятна (рис. 4). При этом была принята следующая геометрия режущей вершины: радиус скругления между главной и вспомогательной режущими кромками $R = 0,8$ мм, радиус заточки $r = 0,1$ мм, главный передний угол $\gamma = 0^\circ$, вспомогательный передний угол $\gamma_1 = 0^\circ$, вспомогательный задний угол $\alpha_1 = 0^\circ$. Задача решалась в три этапа: на первом этапе рассматривалась стадия нагрева с линейным возрастанием тепловой нагрузки до ее максимального значения; на втором – приложенная нагрузка уменьшалась от максимума до нуля; на третьем – моделировалась стадия остывания. Суммарное время первых двух шагов составило 0,01 с, при этом время каждого из них – 0,005 с. Время остывания 1 с. Свойства материала и химический состав соответствовали твердому сплаву ВК6.

Расчеты, выполненные для твердосплавной пластины, показывают, что увеличение ширины зоны упрочнения с сохранением высоких значений глубины ЗЛВ может быть достигнуто при использовании двухрядной ЛО.

В качестве примера рассмотрим ЛО вершины режущего клина с углом заострения $\beta = 90^\circ$. Расчеты показывают, что в этом случае оптимальным является расположение центра зоны ЛО в точке с координатами (1,5 мм; 1,5 мм). При выполнении этого условия и плотности энергии ЛИ $\epsilon = 1,77$ Дж/мм² не наблюдается появления трещин на обрабатываемой

Таблица 1. Химический состав твердого сплава

Элемент	Весовой, %	Атомный, %
C	20,34	73,50
N	-	-
O	1,81	4,90
Ti	-	-
Co	6,44	4,74
W	71,41	16,86
Итого	100	100

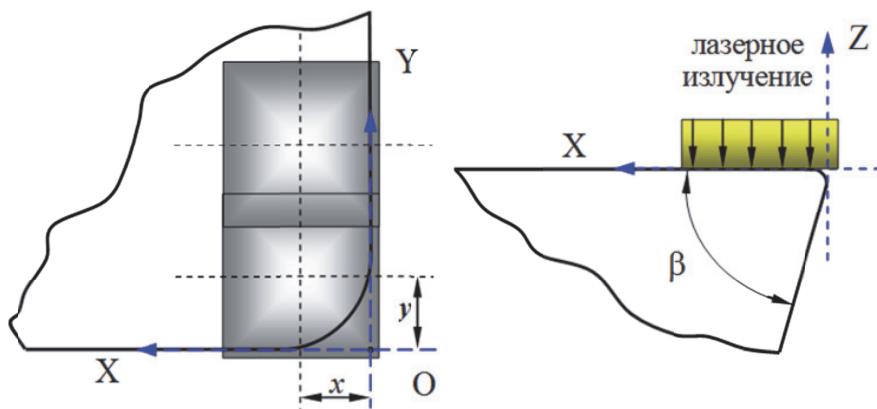


Рис. 4. Схема нагрева режущего клина инструмента сосредоточенным поверхностным тепловым источником с равномерным распределением плотности мощности по сечению пучка

емой поверхности, глубина упрочненной зоны в вершине инструмента составляет 105 мкм, ее протяженность вдоль главной режущей кромки – 2,98 мм, вдоль вспомогательной режущей кромки – 2,95 мм. Распределение температуры на поверхности ЗЛВ в вершине режущего клина для данного положения центра пятна ЛО показано на рис. 5.

Кроме этого, в процессе конечно-элементного анализа учитывались особенности геометрии пластин в зависимости от их вида и назначения и ее влияния на формирование температурного поля в зоне лазерного воздействия (ЗЛВ).

Упрочненные по разработанной технологии пластины прошли опытно-промышленную проверку при чистовом точении шара 20”, сталь 38ХМЮА на токарно-карусельном станке с ЧПУ 1А512Ф3 с режимами: $V_p = 160$ м/мин, $t = 0,5$ мм, $S_o = 0,2$ мм/обор, работа с охлаждением – эмульсия (рис. 6). По полученным результатам рассчитывался ресурс пластины по формуле

$$P_i = P_{ir} \cdot N \cdot (1 + i \cdot \xi),$$

где P_{ir} – стойкость новой пластины в мин,

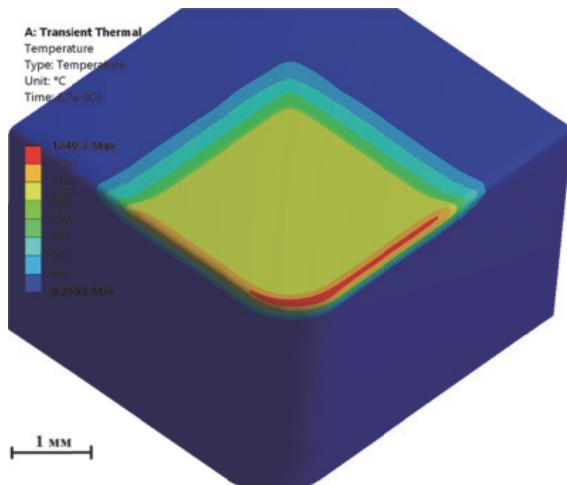


Рис. 5. Распределение температуры (°C) на передней поверхности пластины ($x=1,5$ мм, $y = 1,5$ мм)



Рис. 6. Обработка заготовки на токарно-карусельном станке с ЧПУ 1А512Ф3

N – количество переточенных вершин,

i – число повторных переточек,

ξ – коэффициент снижения стойкости ($\xi = 0,8$).

Подставим найденные значения в формулу при $P_{ir} = 20$:

$$P_i = 20 \cdot 4 \cdot (1 + 3 \cdot 0,8) = 272 \text{ мин.}$$

Таким образом, по сравнению с новой пластиной ресурс восстановленного инструмента увеличился более чем в 3 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Палей М.М. и др. Технология шлифования и заточки режущих инструментов. М.: Машиностроение, 1988, С. 182, рис. 3.35.
- Патент SU 5957755, В 26, D 1/12, 1999.
- Патент RU 2 263 016 C2 В 24 В 3/34, 2003г.
- Попова А.Ю., Радченко Д.С., Васильева Е.В. Повышение эффективности использования современных инструментов со сменными твердосплавными пластинами за счет их вторичного ресурса // Вестник УГАТУ. 2012. Т. 16. № 4. С. 46-51
- Яреско С. И. Особенности износа режущего инструмента после лазерного упрочнения на воздухе и в среде инертного газа // Упрочняющие технологии и покрытия. 2009. № 3. С. 40-43.

6. Яресько С.И., Балакирев С.Н. Анализ и особенности моделирования лазерного упрочнения вершины резца. // Новые материалы и технологии в машиностроении: сб. научных трудов по итогам междунар. науч.-техн. конф. [под общей ред. Е.А. Памфилова]. Брянск: БГИТУ, 2016. Вып. 23. С. 60-66.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT FOR THE RECOVERY OF CEMENTED-CARBIDE INDEXABLE INSERTS

© 2018 S.N. Balakirov, N.V. Nosov

Samara State Technical University

The article presents the results of the development of technology for the restoration of replaceable multi-faceted plates. The calculated geometric parameters of the cutting tools, taking into account the modes and conditions of processing. The technology of restoration of replaceable plates on the front surface, which includes the operations of sharpening, burnishing and laser hardening. The recovered plates have been tested on semi-finished turning operations of ball valves, the resistance of the recovered plates is 10-20% lower than the resistance of the new plates.

Keywords: non-volatile plates, sharpening modes, recovery, laser hardening, tool geometry, wear resistance.