

МЕСТО ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ МЕР ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

*Опытный завод ИПФ АН РМ,
ул. Миорица, 5, г. Кишинев, MD-2028, Республика Молдова*

Электроэрозионное легирование металлорежущих инструментов способно резко повысить их износостойкость при условии, что система станок – приспособление – заготовка – инструмент находится в состоянии, обеспечивающем оптимальные технологические параметры процесса резания, а физико-механические свойства и рельеф наносимого покрытия отвечают условиям взаимодействия рабочих поверхностей инструмента с заготовкой.

Режущий клин инструмента в процессе резания испытывает переменное давление обрабатываемого металла и тепловое воздействие. При округлении режущей кромки по $\varepsilon > 0$, что реализуется в реальных условиях наиболее часто, давление достигает наибольшей величины на округлении, где наблюдается граница раздела потоков деформируемого металла. Это легко установить, построив соответствующее поле напряжений и план скоростей течения металла в очаге стружкообразования [1]. На начальной границе af очага стружкообразования (рис. 1) интенсивность пластической деформации металла получает наибольшее приращение

$$\Delta\varepsilon = 2 / \sin 2\chi.$$

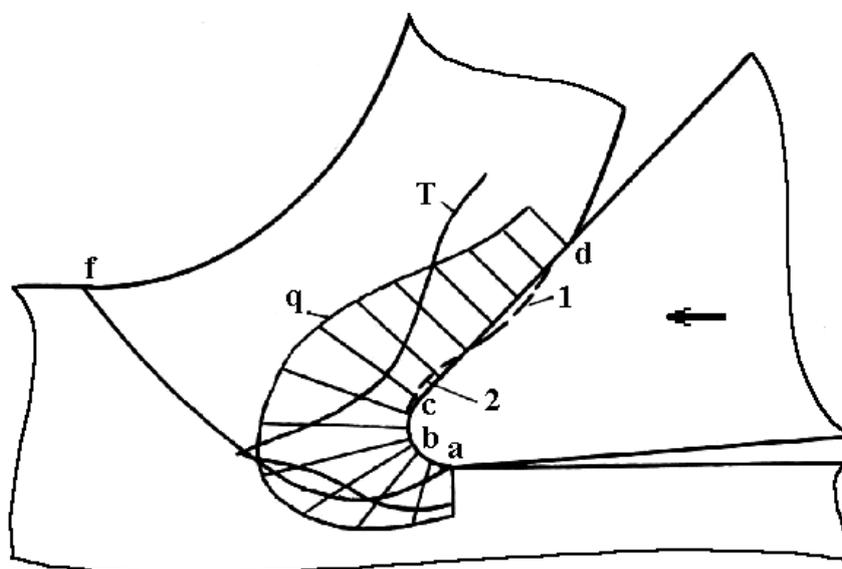


Рис. 1. Характер распределения давления q и температуры T на рабочих поверхностях режущего клина инструмента.

Следствием интенсивной пластической деформации в узкой прослойке является приращение здесь температуры, определяемое по формуле [2]

$$\Delta T = k\Delta\varepsilon / c\rho,$$

где χ – угол между касательной к начальной границе очага стружкообразования в точке a и направлением резания; k – сопротивление обрабатываемого металла сдвигу, Па; c – его удельная теплоемкость, Дж/(кгК); ρ – плотность металла, кг/м³; ΔT – приращение температуры, К.

Экспериментально установлены узкие прослойки на начальной границе очага стружкообразования (линия *af*), где при резании стали температура достигала 900–1100⁰С. Тепло отводится смежными слоями с более низкой температурой, что ведет к структурным изменениям и упрочнению металла, а затем, по мере перемещения стружки по передней грани инструмента, к некоторому выравниванию температуры в объеме стружки. На участке *bc* передней грани инструмента в результате термических превращений и диффузионных процессов формируется тонкий белый слой сложного химического состава и повышенной твердости, происходит образование нароста (2). В зоне максимальной температуры *cd* наблюдаются деформации сдвига и диффузионные процессы при высокой скорости течения металла, что приводит к формированию характерной лунки (1). Кромка инструмента (по мере затупления превращается в зону *abc*) работает в тяжелых условиях, что ведет к ее интенсивному адгезионному и абразивному изнашиванию.

Вдоль задней поверхности формируется полоска износа, по мере роста которой увеличиваются температура реза и интенсивность изнашивания.

Адгезионный износ, сопровождающийся возникновением с разрывом адгезионных связей между контактирующими металлами, определяется высокими локальными температурами. Вырыв из зоны схватывания мелких частиц, приобретающих высокую твердость вследствие фазовых превращений, ускоряет абразивный износ поверхности инструмента. Интенсивность этих процессов зависит от температуры, градиента температур, способности материалов контактирующих тел аккумулировать тепло (геометрическая форма микровыступов, теплофизические свойства материалов), от условий теплоотдачи.

Износостойкость инструмента, таким образом, зависит от сложного взаимодействия контактных поверхностей при используемых режимах обработки.

За основу повышения износостойкости металлорежущих инструментов выбрано обеспечение оптимальных технологических параметров процесса резания, формирование на рабочих поверхностях слоев с физико-механическими свойствами и рельефом, соответствующими условиям на месте контакта инструмента и заготовки, создание условий для самозатачивания главных режущих кромок. Для формирования таких слоев наиболее удобно использовать электроэрозионное легирование.

Покрyтия наносили на установке Элитрон-22. Материал электродов выбирали в зависимости от химического состава, состояния и коэффициента температуропроводности материала в зоне резания. Обработывали заготовки из легированных сталей (16ХНЗМА и др.), углеродистых (стали 20, 45 и др.). Режимы легирования назначали из условия достаточной прочности поверхностного слоя и высокой режущей способности. Поскольку качество обработки определяется состоянием отдельных поверхностей клина, различных в зависимости от вида технологической операции, покрyтия наносили избирательно. На рис. 2 приведены схемы работы некоторых металлорежущих инструментов, используемых в условиях Опытного завода Института прикладной физики АН Республики Молдова. В таблице указаны зоны и приведены режимы легирования, обеспечивающие достаточную прочность поверхностного слоя, условия для реализации эффекта самозатачивания режущего клина и в результате – высокую работоспособность инструмента.

Упрочняемые поверхности и параметры легирования

Инструмент и упрочняемые поверхности	Количество наносимых слоев и режимы	Толщина покрытия, мм	Шероховатость покрытия <i>Rz</i> , мкм
Отрезной резец (вязкий материал заготовки): боковые, задняя	2, IV+II <i>I</i> = 2,8; 1,3 А	0,08–0,09	15
Токарный резец: передняя	1, IV <i>I</i> = 2,8 А	0,06	25
Сверло спиральное (черновое сверление): задняя винтовой линии, передняя торцовой части	2, III+II <i>I</i> = 1,8; 1,3 А	0,06–0,07	15
Долбежный резец: передняя	2, III+II <i>I</i> = 1,8; 1,3 А	0,06–0,07	15

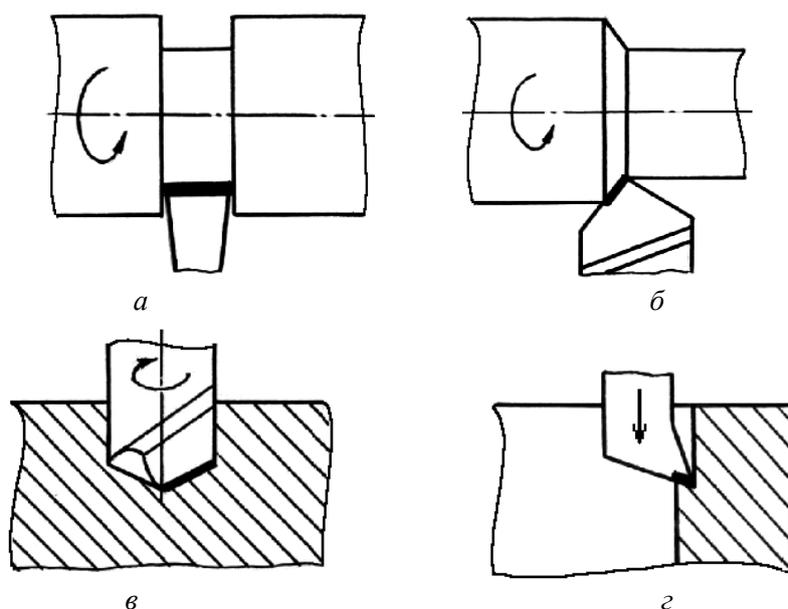


Рис. 2. Схемы работы режущих инструментов:
а – отрезной резец; *б* – токарный резец; *в* – спиральное сверло; *г* – долбежный резец.

Двухслойные покрытия наносили в следующей последовательности: при грубых режимах первый слой повышенной толщины и мягких режимах – второй слой, снижавший высоту неровностей покрытия. Одновременно при нанесении второго слоя добивались резкого отличия его теплопроводности от теплопроводности обрабатываемого металла, что вело к уменьшению адгезионного изнашивания. К примеру, комбинированное покрытие электродами из твердого сплава Т15К6, а затем хрома обеспечивало эффективную теплоизоляцию от локальных источников тепловыделения и повышение сопротивления изнашиванию поверхностного слоя инструмента. Использование таких покрытий обеспечивало устойчивое повышение сроков службы перечисленных в таблице и других режущих инструментов в два и более раз.

Выводы

1. Для повышения износостойкости металлорежущего инструмента надо привести систему станок – приспособление – заготовка – инструмент в равновесие для обеспечения оптимальных технологических параметров процесса резания.
2. На рабочие поверхности режущего клина инструмента следует нанести избирательно износостойкие покрытия, обеспечивающие формирование слоев с физико-механическими свойствами и рельефом, соответствующим условиям на месте контакта инструмента и заготовки, создание условий для самозатачивания главных режущих кромок. Этим целям наиболее полно отвечает электроэрозионное легирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Голдыш Е.В., Тимощенко В.А.* Повышение ресурса режущих инструментов нанесением многослойных износостойких покрытий. Кишинев, 1996. (Обзор. информ/МолдНИИТЭИ).
2. *Тимощенко В.А., Голдыш Е.В.* Влияние условий резания и локальных свойств обрабатываемого металла на вид стружки // СТИН. 1998. № 11. С. 15–17.

Поступила 17.12.99

Summary

Increase stability metalcutting of the tool electroerosive alloying ensured by reduction of a system the machine tool – adaptation – tool – bar in an equilibrium, that the optimum technological parameters of process, and plotting selectively of abrasive resistant covers with physics-mechanical properties and contour adequate (answering) conditions of interaction of working surfaces of a cutting wedge of the tool with bar were ensured.