

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](https://doi.org/10.15863/TAS) DOI: [10.15863/TAS](https://doi.org/10.15863/TAS)**International Scientific Journal
Theoretical & Applied Science**

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2020 Issue: 09 Volume: 89

Published: 19.09.2020 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article

**Khasan Islomovich Akhmedov**

Navoi state mining institute

Docent, Head of the Department of "Mechanical Engineering"

Doniyor Toshbotirovich Isaev

Navoi state mining institute

Assistant of the Department of "Mechanical Engineering"

Khisrav Khurshid o'g'li Ashurov

Navoi state mining institute

Assistant of the Department of "Mechanical Engineering"

Khazrat Salimjonov

Navoi state mining institute

student of the Department of "Mechanical Engineering"

**INFLUENCE OF INTEGRATED MACHINING ON THE CUTTING
CAPACITY OF FAST-CUTTING STEEL R6M5**

Abstract: At present, high-speed steels, which combine high strength, hardness, wear resistance and sufficiently high plasticity, are a universal material for the manufacture of metal-cutting tools. The production of high-speed steel in 1900 made a revolution in mechanical engineering: the productivity of mechanical processing of parts increased sharply (by 8-10 times), powerful and high-speed metal-cutting machines appeared, and the automation of industrial production began. High-speed steel and the method of its hardening have been known for over 100 years, and it should be noted that during this time no material has been found that can replace it. Tool materials such as cemented carbides, superhard materials and cermet composites have limited applications and cannot compete with high speed steels in the mass production of metal working tools.

Key words: wear, tool, temperature, blades, material, nitriding.

Language: Russian

Citation: Akhmedov, K. I., Isaev, D. T., Ashurov, K. K., & Salimjonov, K. (2020). Influence of integrated machining on the cutting capacity of fast-cutting steel R6M5. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 09 (89), 322-327.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-89-39> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2020.09.89.39>

Scopus ASCC: 2200.

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ НА РЕЖУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ
БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5**

Аннотация: В настоящее время универсальным материалом для изготовления металлорежущего инструмента являются быстрорежущие стали, которые сочетают в себе высокую прочность, твердость, износостойкость и достаточно высокую пластичность. Получение быстрорежущей стали в 1900 году произвело переворот в машиностроении: резко поднялась производительность механической обработки деталей (в 8-10 раз), появились мощные и быстрходные металлорежущие станки, началась автоматизация промышленного производства. Быстрорежущая сталь и метод ее закали известны уже более 100 лет и, надо отметить, что за это время не было найдено материала, способного ее заменить. Такие инструментальные материалы как твердые сплавы, сверхтвердые материалы и

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

металлокерамические композиты имеют ограниченные области применения и не могут конкурировать с быстрорежущими сталями при массовом изготовлении инструментов для обработки металлов.

Ключевые слова: износ, инструмент, температура, лезвия, материал, азотирования.

Введение

В общем случае очаги износа на быстрорежущем инструменте располагаются на передней и на задних поверхностях. Условия резания определяют место превалирующего очага износа. Превалирующий очаг износа развивается

на той поверхности, на которой действует максимальная температура. На рис. 1 показаны основные варианты температурных полей в опасном сечении режущего лезвия, нормальном к главной режущей кромке.

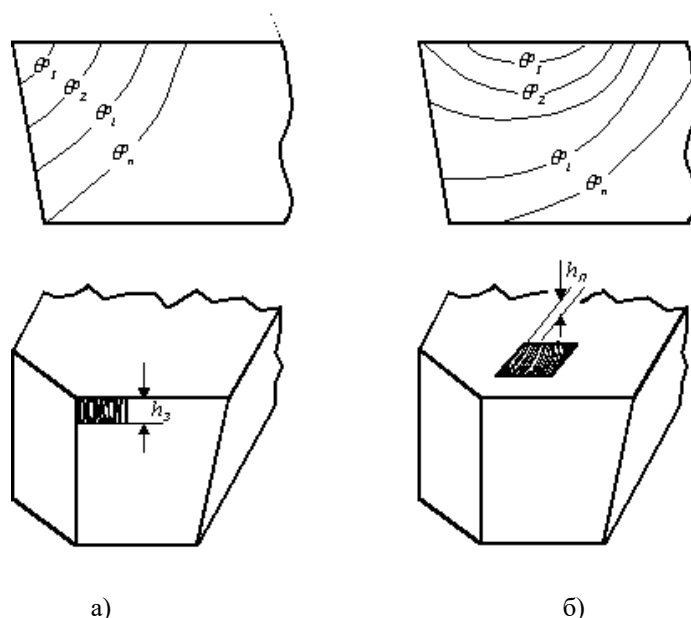


Рис. 1. Варианты температурных полей в режущем клине быстрорежущего инструмента и связанное с ними развитие очагов износа:

- а – при резании с малыми толщинами среза (чистовая обработка);
б – при резании с большими толщинами среза (черновая обработка).

При чистовой обработке конструкционных сталей (с подачами менее 0,15 мм/об) и скоростями, изменяющимися в широком диапазоне, изотермы имеют вид концентрических окружностей с центром на задней поверхности около вершины режущего лезвия (рис 1, а). Здесь же находится зона максимальной температуры. Превалирующий износ развивается также на задней поверхности.

При черновой обработке стали с большой толщиной среза зона максимальной температуры перемещается по передней поверхности от вершины лезвия (рис. 1, б). Превалирующий очаг износа располагается на передней поверхности.

Изотермы выявляют зоны высоких температур на передней и задней поверхностях. Здесь же развиваются и очаги износа.

Проведенные исследования топографии изнашивания быстрорежущего инструмента на операциях точения конструкционных сталей, показали, что азотирование в сочетании с покрытием при резании с большими толщинами

среза изменяет место расположения очага износа инструмента и существенно снижает интенсивность изнашивания (рис. 2).

При резании инструментом без обработки превалирующий очаг износа располагается на передней поверхности (рис. 2, а). Здесь же действует основной источник теплоты Q_n , который равен:

$$Q_n = C \cdot F_{тр} \cdot \frac{V}{k},$$

где $F_{тр}$ – сила трения на передней поверхности;

V – скорость резания;

k – коэффициент продольной усадки стружки;

C – постоянная.

Для инструментов с комбинированной обработкой наблюдается блокирование развития лунки на передней поверхности, что сильно замедляет наступление стадии катастрофического износа за счет «выхода лунки» к режущей кромке (рис. 2, б).

Impact Factor:

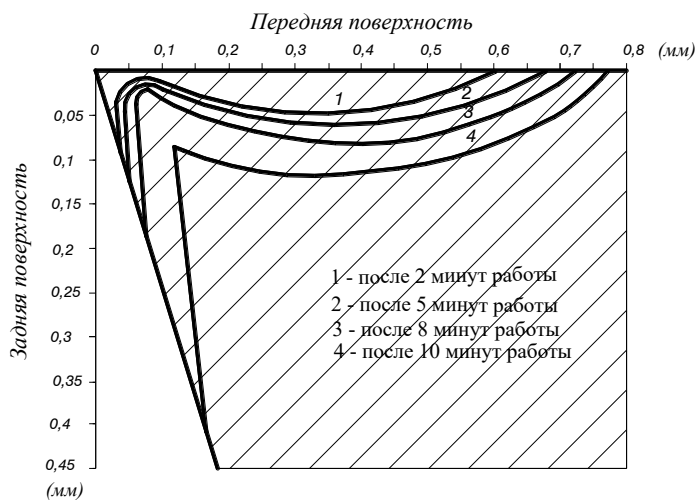
ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

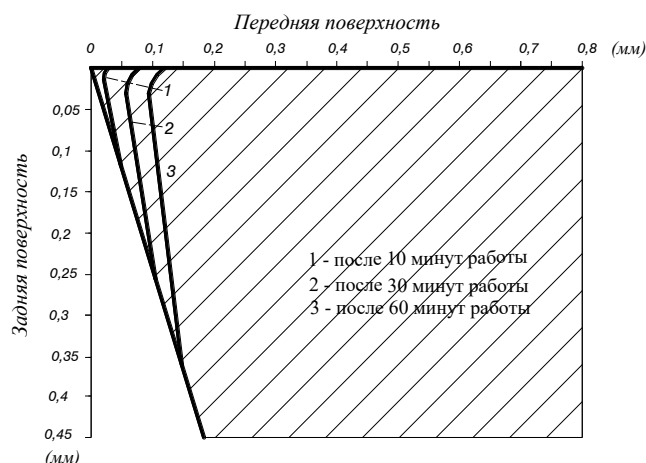
ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Это связано с тем, что поверхностный модифицированный слой, сформированный комбинированной ионно-плазменной обработкой, обладает химической пассивностью и снижает адгезионное взаимодействие с обрабатываемым материалом. В результате изменяются характеристики контактных процессов – длина

контакта стружки с передней поверхностью (до 70 %) и коэффициент трения по передней поверхности (до 2,5 раз). Это приводит к существенному снижению мощности основного источника теплоты для режущего клина инструмента.



а)



б)

Рис. 2. Топография износа режущего клина инструмента из быстрорежущей стали Р6М5 без обработки (а) и после комбинированной ионно-плазменной обработки (б) при продольном точении стали 45. Режимы обработки: $V=80$ м/мин; $S=0,4$ мм/об; $t=2$ мм.

Необходимо отметить, что аналогичное изменение контактных процессов на передней поверхности наблюдается и у инструмента с покрытием без азотирования, хотя и в меньшей степени.

Из представленных на рис. 2 данных видно, что кроме блокирования лунки износа на передней поверхности происходит сильное снижение интенсивности изнашивания задней поверхности. Известно, что катастрофический износ по задней поверхности происходит в результате постепенного увеличения температуры в зоне

контакта, которая с течением времени возрастает до значений, при которых начинаются отпуск и рекристаллизация по границам зерен в быстрорежущей стали. Замедленное нарастание износа по задней поверхности у инструмента с комбинированной обработкой объясняется тем, что поверхностный азотированный слой, формируемый под покрытием, обладает повышенной твердостью в сочетании с высокой теплостойкостью и имеет высокое сопротивление микропластическим деформациям. Все это

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

способствует торможению процессов разупрочнения у задней поверхности.

Это обстоятельство отличает изнашивание задней поверхности инструмента с комбинированной обработкой от износа инструмента с покрытием. У инструмента с покрытием после обнажения быстрорежущей основы условия трения по задней поверхности все более приближаются к тем, которые характерны для инструмента без покрытия. А это означает, что увеличивается количество выделяющейся теплоты, возрастает температура вблизи задней поверхности, в результате чего в инструментальном материале начинаются необратимые процессы разупрочнения, которые и приводят к катастрофическому износу. У инструмента с комбинированной ионно-плазменной обработкой даже после прорыва покрытия азотированный слой продолжает выполнять свои защитные функции.

Проведенные исследования топографии изнашивания быстрорежущего инструмента на операциях точения и фрезерования конструкционных сталей, показали, что при резании с малыми толщинами среза (чистовая обработка), очаг износа на инструменте с азотированным слоем и покрытием также, как и на неупрочненном инструменте располагается на задней поверхности. Однако у инструмента с комбинированной обработкой из-за процессов, описанных выше, менее интенсивно происходит развитие фаски износа по задней поверхности.

На рис. 3, а, б представлены зависимости изменения износа инструмента с комбинированной ионно-плазменной обработкой, выполненной по режимам, оптимизированным в главе 4, от времени работы инструмента $h_z=f(T)$. Эксплуатационные испытания производили при

точении и фрезеровании стали 45. Там же представлены результаты испытаний инструмента с покрытием (Ti, Al) N, но без азотирования.

Стойкость инструмента определялась как время работы инструмента до достижения износа по задней поверхности 0,4 мм. Представленные зависимости показывают, что стойкость инструмента после комбинированной обработки до катастрофического износа увеличивается в 3 раза при точении, а при фрезеровании в 2,3 раза по сравнению с инструментом с покрытием (Ti, Al) N, но без азотированного слоя.

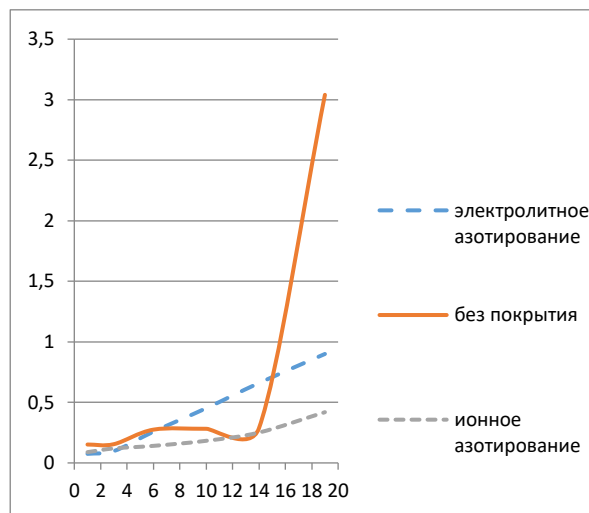
Таким образом, комбинированная обработка позволяет в наибольшей степени оптимально использовать сочетание прочности и вязкости основы инструментального материала, микротвердости и теплостойкости азотированного слоя, износостойкости, химической инертности и диффузионной пассивности тугоплавкого соединения (Ti, Al) N, используемого в качестве покрытия.

Поскольку комбинированная обработка сильно трансформирует характеристики контактных и тепловых процессов при резании и изменяет поверхностные свойства быстрорежущей стали, оптимальные условия эксплуатации инструмента будут существенно отличаться от эксплуатации обычного инструмента. Критические температуры для упрочненного инструмента будут достигаться при больших скоростях резания.

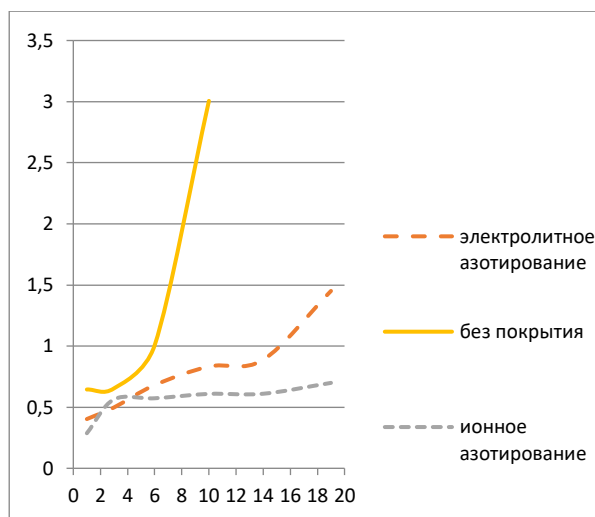
В рамках работы проводилось выявление влияния различных технологий предварительного азотирования быстрорежущей стали в составе комплексной поверхностной обработки на режущие свойства инструмента. Сравнялось влияние ионного и электролитного азотирования.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350



а)



б)

Рис. 2. Износ пластин P6M5 по задней (а) и передней (б) поверхности в зависимости от вида предварительной обработки.

При электролитном азотировании процесс химико-термической обработки идет до 4 раз быстрее, но является затруднительным удерживать необходимую температуру процесса, которая не должна превышать температуру

отпуска стали (560°C). В связи с этим образцы, на которых проводилось электролитное азотирование показали стойкость вдвое меньше, чем пластины, обработанные при помощи ионного азотирования.

References:

1. Vereschaka, A.S., Vereschaka, A.A., Sladkov, D.V., Aksenenko, A.Y., & Sitnikov, N.N., (n.d.). *Development and research of nanostructured multilayer composite coatings for tungsten-free carbides with extended area of technological.*
2. Berlin, E.V., Koval, N.N., & Seidman, L.A. (2012). *Plasma thermochemical surface treatment of steel parts.* Moscow: Technosphaera, (in Russian).
3. Kremnev, L.S. (1985). Zajevektoidnye bystrorezhushhie stali. *Metallovedenie i termicheskaja obrabotka metallov*, No 8, pp. 24 - 25.

Impact Factor:	ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHII (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

4. Grigor`ev, S.N., Tabakov, V.P., & Volosova, M.A. (2011). *Tehnologicheskie metody povyshenija iznosostojkosti kontaktnyh ploshhadok rezhushhego instrumenta.* (p.380). Staryj Oskol: TNT.
5. Lahtin, Jy. M., & Arzamasov, B. N. (1985). *Himiko-termicheskaja obrabotka metallov: Ucheb.posobie dlja vuzov po spec. "Metallovedenie, oborud. i tehnologija term, obrab. metallov,* (p.256). Moscow: Metallurgija.
6. Prokoshkin, D.A. (1984). *Himiko-termicheskaja obrabotka metallov – karbonitracija.* (p.204). Moscow: Metallurgija, mashinostroenie.
7. Lahtin, Jy.M., Kogan, Ja.D., Shpis, G-J., & Bemer, 3. (1991). *Teorija i tehnologija azotirovanija.* (p.320). Moscow: Metallurgija.
8. Pastuh, I. M. (2006). *Teorija i praktika bezvodorodnogo azotirovanija v tleushhem razrjade.* (p.364). Har`kov: NIC «HFTI».
9. Berlin, E.V., Koval`, N.N., & Sejdman, L.A. (n.d.). *B48 Plazmennaja himiko-termicheskaja obrabotka poverhnosti stal`nyh detalej.*
10. Belkin, P.P., & Ganchar, V.IT. (1988). Prohozhenie toka cherez parogazovuu obolochku pri anodnom jelektrolitnom nagreve. *Jelektronnaja obrabotka materialov,* No 5.