

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

4

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2016

ШІЛДЕ
ИЮЛЬ
JULY

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і :

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

COMPLEX SURFACE TREATMENT OF CUTTING TOOLS FOR INCREASING THEIR STRENGTH AND WEARING CAPACITY

K. M. Islamkulov, Zh. U. Myrkhalykov

South-Kazakhstan State University named after Mukhtar Auezov, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: kairat058@mail.ru

Key words: Metal-cutting tools, multilayer coatings, hardness and strength, ionic azotization, electric-thermal-cycle processing.

Annotation. In this paper, in a result of investigation of the structural change interrelation in the studied goods with mechanical properties, a new method for strengthening processing of metal-cutting tools, consisted in combination of electric-thermal-cycle processing (ETCP) with the following ion-plasma processing (IPP) has been offered. Preliminary ETCP provides preparation of the fine-grained structure, increases durability and hardness of the basic metal's surface layers, improves adhesion. The following IPP provides formation of wear-resisting layers from titanium nitrides and aluminum nitrides on the tool's surface, having thermal conductivity, reduces temperature of the tool's working area during its exploitation, and as a consequence, reduces diffusion wearing, that results in increase of the metal-cutting tool's durability in 3-4 times.

УДК 621.9

ПРОВЕДЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОЧНОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

К. М. Исламкулов, Ж. У. Мырхалыков

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

Ключевые слова: режущие инструменты, многослойных покрытий, твердость и прочность, ионное азотирование, электро-термоциклическая обработка.

Аннотация. В результате изучения взаимосвязи структурных изменений в исследуемых изделиях с механическими свойствами, предложен новый способ упрочняющей обработки металлорежущих инструментов, заключающийся в сочетании электротермо-циклической обработки (ЭТЦО) с последующей ионно-плазменной обработкой (ИПО). Предварительная ЭТЦО обеспечивает получение мелкозернистой структуры, повышает прочность и твердость поверхностных слоев основного металла, улучшает адгезию. Последующая ИПО обеспечивает формирование износостойких слоев из нитридов титана и нитридов алюминия на поверхности инструмента, которая, обладая теплопроводностью, снижает температуру рабочей поверхности инструмента при его эксплуатации, и как следствие, уменьшает диффузионное изнашивание.

Резервом повышения работоспособности износостойких покрытий является применение многослойных покрытий. Твердость и прочность многослойного покрытия увеличивается с уменьшением толщины индивидуальных слоев до единиц нанометров.

Сегодня помимо традиционно используемых однослойных покрытий TiN, TiC, TiCN в промышленности широко используются и многослойные сложно-композиционные покрытия, в которых каждый слой выполняет строго регламентированные функции. Такие соединения способны сохранять твердость при больших температурах резания, имеют повышенную пассивность по отношению ко многим обрабатываемым материалам.

Экономически целесообразным является сочетание в одном технологическом цикле процессов ионного азотирования и нанесения износостойких покрытий. Это может быть сделано при использовании специального оборудования, позволяющего генерировать газовую (для ионного азотирования) и металло-газовую (для нанесения покрытий) плазму вакуумно-дугового разряда.

В случае нанесения покрытия на неазотированную подложку на границе с инструментальной основой происходит резкое изменение физикомеханических и теплофизических свойств (в первую очередь модуля упругости и коэффициента термического расширения), приводящее к образованию в покрытии высоких остаточных напряжений и, как следствие, к снижению прочности адгезионной связи покрытия с основой, которая является наиболее важным условием успешной эксплуатации режущего инструмента с износостойким покрытием. Практика показывает, что низкая прочность адгезионной связи обязательно приводит к отслоению покрытия в процессе резания и не обеспечивает ожидаемого увеличения стойкости инструмента. Предварительное азотирование поверхности инструмента перед нанесением покрытия обеспечивает более плавное изменение свойств от поверхности к сердцевине инструмента и, как следствие, более высокие эксплуатационные свойства [1].

При комплексной поверхностной обработке, сочетающей ионное азотирование и нанесение покрытий, работоспособность инструмента будет сильно зависеть от структуры и свойств переходного азотированного слоя, а также от соотношения между толщинами и твердостью азотированного слоя и покрытия. Необходимые свойства азотированного слоя и покрытия формируются путем выбора соответствующих режимов вакуумно-плазменной обработки.

В результате проведения комплексного исследования разработан новый способ обработки металлорежущих инструментов, подтвержденные авторским свидетельством и инновационным патентом [2, 3].

С целью измельчения зерен поверхностного слоя металлорежущего инструмента, и, как следствие, повышения конструкционной прочности, а также увеличения адгезии была проведена предварительная электро-термоциклическая обработка (ЭТЦО) металлорежущих инструментов.

Этот способ заключается в электронагреве со скоростью $50^{\circ}\text{C}/\text{с}$ до температуры полной аустенизации (850°C), охлаждении на воздухе до температуры $420\text{--}450^{\circ}\text{C}$, что составляет один цикл обработки. Этот процесс повторяли троекратно и после последнего цикла нагрева, т.е. с $820\text{--}850^{\circ}\text{C}$ проведена закалка в масле. Отпуск инструмента после закалки не производился, так как операция отпуска совмещалась с ионно-плазменной обработкой (ИПО).

После ЭТЦО металлорежущие инструменты (сверла из Стали Р6М5) подвергались ионно-плазменной обработке (ИПО) на установке ИЭТ-8И-2 типа «Булат».

Нагрев изделий производился при достижении вакуума $7\cdot 10^{-3}$ Па в рабочей камере установки и при подаче высокого напряжения ($1200\text{--}1300$ В) на электродуговые испарители (пушки). Температура изделия контролировалась с помощью оптического пирометра.

С целью уменьшения диффузионного изнашивания металлорежущего инструмента при эксплуатации и учитывая, что изделие может работать в ударно-прерывистом режиме, производили на него многослойное покрытие. Для формирования прочного износостойкого покрытия в вакуумную камеру «Булат» подается плазмообразующий газ (азот). Он, реагируя с распыленным материалом катода (Ti. Al), образует упрочняющее покрытие в виде нитридов алюминия и нитридов титана. В начале, на поверхность инструмента осаждают покрытие из нитридов алюминия при давлении плазмообразующего газа $4\cdot 10^{-1}$ Па. Температура нагрева изделия $250\text{--}300^{\circ}\text{C}$, время напыления 15 мин, толщина покрытия 5–6 мкм. На сформированный слой из нитрида алюминия, осаждают нитрид титана при температуре нагрева инструмента $400\text{--}450^{\circ}\text{C}$. Давление плазмообразующего газа при этом составляет $5\cdot 10^{-3}$ Па, время осаждения 15–20 мин, толщина покрытия 10–12 мкм. Напыленный слой из нитридов алюминия, обладая меньшей твердостью, препятствует выкрашиванию твердого нитридтитанового слоя в условиях вибрации и ударных нагрузок на металлорежущий инструмент, так как более мягкие слои деформируются и допускают тем самым некоторый прогиб твердого слоя из нитридов титана [4].

Время осаждения покрытия колебалось от 30–45 мин, температура нагрева изделий; от 200 до 600°C при этом толщина покрытия составила от 4 до 18 мкм при твердости слоя от 1800 до 3200 HV.

При времени осаждения покрытия менее 30 мин, показатели твердости довольно низки, а при увеличении времени напыления более 45 мин твердость существенно не изменяется, хотя толщина покрытия увеличивается и достигают 25 мкм. Отсюда следует, что оптимальное время осаждения покрытия не более 30 мин при температуре 400–450°C. Полученные результаты ИПО изделия приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические параметры ИПО сверла из Стали Р6М5 (время обработки 30 мин)

№ п/п	Температура изделий в процессе напыления, °С	Высокое напряжение, В	Опорное напряжение, В	Толщина напыленного слоя, мкм	Твердость, НВ	Износостойкость
1	200	400	60	4,0	1800	2,12
2	250	500	70	4,5	1950	2,25
3	300	600	90	5,5	2150	2,83
4	350	700	120	8,0	2450	3,07
5	400	800	150	10,0	3100	3,74
6	450	860	180	13,4	3250	3,83
7	500	900	200	12,0	2600	2,72
8	550	950	220	14,2	2250	2,61
9	600	1000	250	16,5	2150	2,43
10	650	1040	260	18,3	1900	2,25
11	700	1100	270	19,5	1800	2,08

Металлографические исследования образцов из Стали Р6М5, прошедшие обработку по базовой технологии (закалка током высокой частоты ТВЧ, плюс отпуск при 150–200°C), а также подвергнутые предварительной ЭТЦО, позволили выявить следующие существенные отличия: структура поверхностного слоя стали при электрозакалке состоит из крупноигльчатого мартенсита и карбидов, соответствующих элементов; одноразовый нагрев при высокой скорости и незначительная выдержка приводит к не завершению диффузионных процессов, и как следствие, образующийся аустенит не однороден по содержанию углерода и в процессе закалки образуются кристаллы мартенсита в микрообъемах с пониженной концентрацией углерода раньше и более грубой форме. Такая структура приводит к неравномерной твердости поверхности изделия и снижению износостойкости.

Структура поверхности стали после предварительной ЭТЦО более дисперсна, чем при электрозакалке и достигается в результате:

- образования более однородного твердого раствора (аустенита) по углероду;
- фазовой рекристаллизации при неоднородном нагреве и охлаждении;
- перераспределения в аустените растворенных различных примесей.

При ЭТЦО происходит термочлуп, т.е. при неоднократном нагреве и охлаждении разные структурные составляющие стали, обладая различными теплопроводностью, теплоемкостью и прочностными свойствами, подвергаются микропластическому деформированию. Термочлуп ускоряет процесс формирования мелкозернистой структуры.

Сформировавшаяся дисперсная структура при ЭТЦО дополнительно обеспечивает более равномерную твердость и конструкционную прочность изделия, а также способствует повышению адгезии напыленного слоя с поверхностью металлорежущего инструмента при последующей после ЭТЦО ионно-плазменной обработке (ИПО) в следствии искусственного увеличения границ зерен на поверхности основного изделия.

Для получения сравнительных данных одна партия сверл из стали Р6М5 подвергалась электрозакалке ТВЧ плюс низкотемпературный отпуск, другая партия сверл подвергалась однослойному покрытию из нитридов титана методом ионно-плазменного напыления, третья партия сверл подвергалась обработке по новой (предлагаемой) технологии ЭТЦО +ИПО.

Результаты испытания влияния известных способов и нового метода повышения износостойкости металлорежущего инструмента на физико-механические свойства приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства изделий, подвергнутые различным режимам обработки

Инструмент, материал	Режим упрочняющей обработки	Глубина упрочненного слоя	Физико-механические свойства				
			Твердость HRC (HV)	Красн-ть °С при HRC 58	Адгезион. способность, Н	Износостойкость, мин	Долговеч. коэф. повышения стойкости
Сверло Р6М5	1. Закалка + низкотемпературн. отпуск (известный способ)	1–2 мм	58	500	–	23	1,0
	2. Ионноплазменное напыление (известный способ)	10–15 мкм	(1850)	550	1100	36	1,3
	3. ТЭЦО +ИПО (предлагаемый способ)	15–18 мкм	(3200)	750	2000	120	4.5

Результаты сравнительных испытаний пластин из быстрорежущей стали Р6М5 после различных видов поверхностной обработки при точении и торцевом фрезеровании конструкционных сталей показывают, что стойкость инструмента с комплексной поверхностной обработкой до 5 раз превышает соответствующий показатель для неупрочненного инструмента и в 2–4 раза – для инструмента с однослойным покрытием.

Таким образом, в результате изучения взаимосвязи структурных изменений в исследуемых изделиях с механическими свойствами, предложен новый способ упрочняющей обработки металлорежущих инструментов, заключающийся в сочетании электротермо-циклической обработки (ЭТЦО) с последующей ионно-плазменной обработкой (ИПО). Предварительная ЭТЦО обеспечивает получение мелкозернистой структуры, повышает прочность и твердость поверхностных слоев основного металла, улучшает адгезию. Последующая ИПО обеспечивает формирование износостойких слоев из нитридов титана и нитридов алюминия на поверхности инструмента, которая, обладая теплопроводностью, снижает температуру рабочей поверхности инструмента при его эксплуатации, и как следствие, уменьшает диффузионное изнашивание.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сейткулов А.Р., Исламкулов К.М., Колмыкпаев Б.К. Обработка материалов режущими инструментами с комплексной поверхностной обработкой // Вестник Тульского государственного университета. – 2008. – С. 200-201.
- [2] Исламкулов К.М., Колмыкпаев Б.К. Способ обработки металлорежущих инструментов / Авторское свидетельство Республики Казахстан № 74446. – 2011.
- [3] Исламкулов К.М., Колмыкпаев Б.К. Способ обработки металлорежущих инструментов / Инновационный патент Республики Казахстан № 25865. – Бюл. № 7. – 2012.
- [4] Исламкулов К.М., Колмыкпаев Б.К. Повышение долговечности металлообрабатывающих инструментов // Сб. науч. тр. Днепропетровского государственного технического университета. – 2008. – Вып. 1(9). – С. 83-86.

REFERENCES

- [1] Seytkulov A.R., Islamkulov K.M., Kolmykpayev B.K. Obrabotka materialov rezhushchimi instrumentami s kompleksnoy poverkhnostnoy obrabotkoy // Vestnik Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. 2008. P. 200-201.
- [2] Islamkulov K.M., Kolmykpayev B.K. Sposob obrabotki metallovezhushchikh instrumentov. Avtorskoye svidetel'stvo Respubliki Kazakhstan № 74446. 2011.
- [3] Islamkulov K.M., Kolmykpayev B.K. Sposob obrabotki metallovezhushchikh instrumentov. Innovatsionnyy patent Respubliki Kazakhstan № 25865. Byul. № 7. 2012.
- [4] Islamkulov K.M., Kolmykpayev B.K. Povysheniye dolgovechnosti metalloobrabatyvayushchikh instrumentov // Sb. nauch. tr. Dneprodzerzhinskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2008. Vyp. 1 (9). P. 83-86.

**КЕСКІШ ҚҰРАЛДАРДЫҢ БЕРІКТІГІН ЖӘНЕ ТӨЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН
КЕШЕНДІ БЕТТІК ӨНДЕУЛЕР ЖҮРГІЗУ**

К. М. Исламқұлов, Ж. Ү. Мырхалықов

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

Тірек сөздер: кескіш құралдар, көп қабатты төсемдер, қаттылық және беріктік, ионды азоттау, электрлітермиялы-кезендік өңдеу.

Аннотация. Жұмыста механикалық қасиеттегі зерттеліп жатқан бұйымдарда құрылымдық өзгерістердің өзара байланыстарын зерттеу нәтижесінде, электрлітермо-кезендік өңдеудің (ЭТКӨ) ары қарай ионды-плазмалық өңдеумен (ИПӨ) үйлесетін, металл кескіш құралдардың беріктігін жоғарылату бойынша өңдеудің жаңа тәсілі ұсынылады. Алдын ала ЭТКӨ майда дәнді құрылым алуды қамтамасыз етеді, негізгі металлдың беткі қабаттарының беріктігін және қаттылығын жоғарылатады, адгезияны жақсартады. Ары қарай ИПӨ құралдың беткі қабатындағы титан нитридтерінен және алюминий нитридтерінен тозуға төзімді қабаттардың түзілуін қамтамасыз етеді, ол жылу өткізгіштікке ие бола отырып, оны іске қосу кезінде құралдың жұмысшы бетінің температурасын төмендетеді, соның нәтижесінде, диффузиялық тозуды азайтады.

Поступила 21.06.2016 г.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 07.07.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
17,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 4.