

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

Соколов Александр Григорьевич¹, Бобылёв Эдуард Эдуардович²

УВЕЛИЧЕНИЕ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА ЗА СЧЁТ ДИФфуЗИОННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ИЗ СРЕДЫ ЛЕГКОПЛАВКИХ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

¹доктор технических наук, профессор

Кубанский Государственный Технологический Университет, г.Краснодар

²аспирант

Кубанский Государственный Технологический Университет, г.Краснодар

THE INCREASING OF EFFICIENT CARBIDE-TIPPED TOOL LIFE DUE DIFFUSION METALLIZATION FROM THE MEDIUM OF FUSIBLE LIQUID METAL SOLUTIONS

Sokolov Aleksandr

Doctor of Science, professor

Kuban State Technological University, Krasnodar

Bobylyov Eduard

PhD student

Kuban State Technological University, Krasnodar

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ влияния нанесения титановых покрытий путем диффузионной металлизации из среды легкоплавких жидкометаллических растворов на период стойкости режущего твердосплавного инструмента типа ВК и ТК. Установлено, что титановые покрытия увеличивают стойкость инструмента более, чем в 4 раза.

ABSTRACT

The analysis of the effect of the deposition of titanium coatings by the diffusion metallization from medium of the fusible liquid metal solutions at the period of stability of carbide-tipped tools type WC and TC, has given. It is established that titanium coating increase tool life by more than four times.

Ключевые слова: режущий инструмент, твердый сплав, период стойкости, диффузионная металлизация.

Key words: carbide-tipped tool, hard-facing alloy, tool life, diffusion metallization.

Введение

Известно, что работоспособность режущих инструментов определяется работоспособностью поверхностных слоев инструментального материала. Учитывая этот факт, большинство мировых исследований в области улучшения работоспособности режущего инструмента направлено на разработку технологий поверхностного упрочнения.

Для нанесения покрытий на твердосплавный инструмент в настоящее время наиболее распространенными являются три способа: первый - это метод химического осаждения покрытий, второй – метод физического осаждения, третий – химико-термическая обработка [1].

Метод химического осаждения покрытий, CVD (Chemical Vapor Deposition) основан на получении различного рода покрытий вследствие гетерогенных химических реакций в парогазовой среде, окружающей покрываемый инструмент.

Метод физического осаждения покрытий, PVD (Physical Vapor Deposition), основан на осаждении с предварительной ионизацией элементов покрытия в парообразном агрегатном состоянии на твердой подложке.

Одним из самых распространенных методов улучшения эксплуатационных характеристик режущего инструмента, является его химико-термическая обработка (ХТО). Сущность ХТО заключается в нагреве и выдержке при заданной температуре изделий в активных твердых, жидких, или газовых средах, в результате чего формируются слои со структурой и свойствами, отличными от характеристик основы.

Процесс диффузионной металлизации из среды легкоплавких жидкометаллических растворов основан на явлении изотермического, селективного переноса элементов покрытия, растворенных в легкоплавком расплаве, на поверхность изделия с последующим диффузионным взаимодействием элементов покрытия с основным материалом изделия [2].

Суть технологии заключается в том, что изделия погружаются в расплав легкоплавкого металлического элемента, в котором в определенной пропорции растворены элементы покрытий (Ni-Cu, Ni-Cr, Ti). Изделия выдерживаются в расплаве при заданных температурах от 10 минут до 5 часов. За это время элементы покрытий проникают в поверхностный слой изделия, легируют их, образуя диффузионное покрытие [2].

Целью исследований, представленных в данной работе, является изучение влияния процесса диффузи-

онного титанирования из среды легкоплавких жидкометаллических растворов на период стойкости режущего твердосплавного инструмента, изготовленного из сплавов типа ТК и ВК.

Методика исследований

Исследования по оценке влияния диффузионных титановых покрытий на стойкость режущего инструмента проводились путем натуральных испытаний при токарной обработке резанием. Токарная обработка осуществлялась проходными резцами с механическим креплением пластин. Использовались твердосплавные шестигранные пластины WNUM-080404, пятигранные пластины PNUM - 110408 из сплавов ВК8, ВК12, Т15К6, Т5К10 без покрытия и с титановыми диффузионными покрытиями, нанесенными по предлагаемой технологии.

Диффузионные покрытия наносились на исходно не покрытые пластины путём их диффузионной металлизации по технологии диффузионной металлизации из среды легкоплавких жидкометаллических растворов [3].

Покрытие наносилось путем погружения твердосплавных пластин в ампулу с легкоплавким расплавом и их выдержки в изотермическом режиме в среде инертных газов. В качестве легкоплавкого расплава, осуществляющего доставку элемента к поверхности покрываемого изделия использовался расплав эвтектического состава свинец-висмут-литий, в котором в заданном количестве вводится титан.

Перед нанесением покрытия пластины были подвергнуты кратковременной высокотемпературной цементации. Цементация служит для насыщения поверхности инструмента углеродом, за счет которого впоследствии формируется покрытие. Цементация

проводилась с применением технологии вакуумной цементации в среде пропан-бутановой смеси.

Процесс нанесения покрытия проводился в разработанной, запатентованной и изготовленной нами установке для диффузионной металлизации в среде легкоплавких жидкометаллических растворов [4].

Твердость пластин проверялась по методу Роквелла и методу микро-Виккерса. Твердость по Роквеллу определялась на твердомере ТК-2М по стандартной методике, по шкале «А». Металлографические исследования проводились на микрошлифах, подготовленных по стандартной методике. Исследования по определению толщины покрытий, их структуры и микротвердости проводились на микротвердомере ПМТ-3.

Для выявления структуры покрытия был использован метод термического травления. Травление проводилось в соответствии с ГОСТ 9391-80.

Характеристики стойкости инструмента определялись при точении прутков, изготовленных из стали У10 после закалки и среднего отпуска, HRC=43...45.

Токарная обработка проводилась при скорости резания 130 м/мин, подачей 0,8 мм/об, глубиной резания 1 мм. За период стойкости принималось время, за которое инструмент терял режущие свойства.

Анализ результатов исследований

В ходе исследований установлено, что технология диффузионной металлизации из среды легкоплавких жидкометаллических растворов позволяет получать износостойкие покрытия, формирующиеся на базе карбида титана, при этом износостойкость увеличивается в 4-5 раз по сравнению с непокрытым инструментом. Микрофотография покрытия на сплаве Т15К6 представлена на рисунке 1.

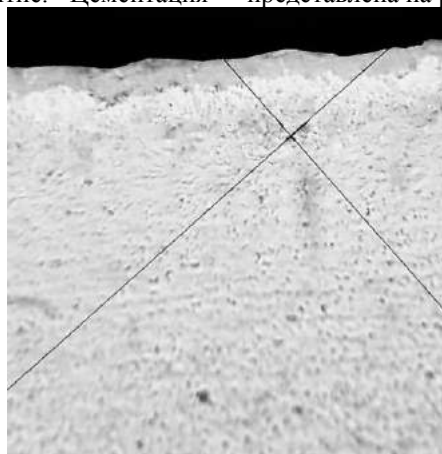


Рис.1 – Микроструктура твердого сплава Т15К6 с диффузионным титановым покрытием, $\times 500$.

Твердость покрытия составляет от 23000 до 32000 МПа, в зависимости от режимов нанесения.

Однако, как показали исследования, при нанесении титановых покрытий на твердосплавный инструмент, вследствие диффузии углерода, содержащегося в твердом сплаве, к титану, являющимся сильным карбидообразующим элементом, под покрытием возникает обезуглероженный слой, характеризующийся пониженной твердостью по сравнению с твердостью покрытия, и твердостью основы. Падение микротвердо-

сти происходит в пределах 1000 МПа. Также при нанесении диффузионных титановых покрытий на твердосплавной инструмент без предварительной цементации, наблюдается падение макротвердости инструмента по сравнению с инструментом без покрытия. При этом, падение макротвердости составляет порядка 3 единиц по шкале А (рис.2).

Для устранения явления обезуглероживания было принято решение о проведении предварительной цементации в вакууме. Цементация проводилась в диапазоне температур 950...1150°C, длительностью 60

мин. Было выявлено, что с увеличением температуры цементации, увеличивается и макротвердость инструмента, имеющего покрытие (рис.2). Это связано с тем, что при увеличении температуры увеличивается рас-

творимость углерода в кобальтовой связке, и как следствие – возрастает концентрация углерода в поверхностных слоях инструмента. Благодаря этому, покрытие формируется за счет углерода, полученного при цементации, а не за счет углерода материала-основы.

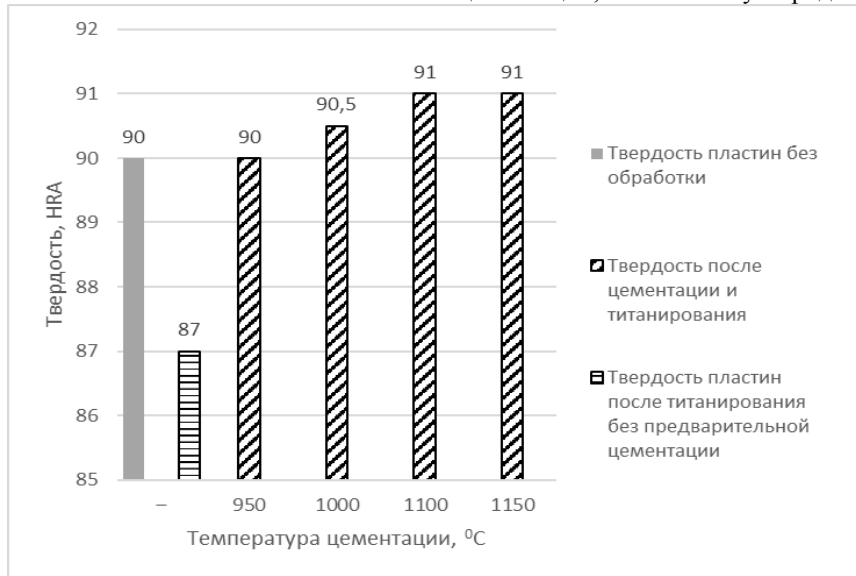


Рисунок 2 – Влияние предварительной цементации на твердость твердосплавного инструмента.

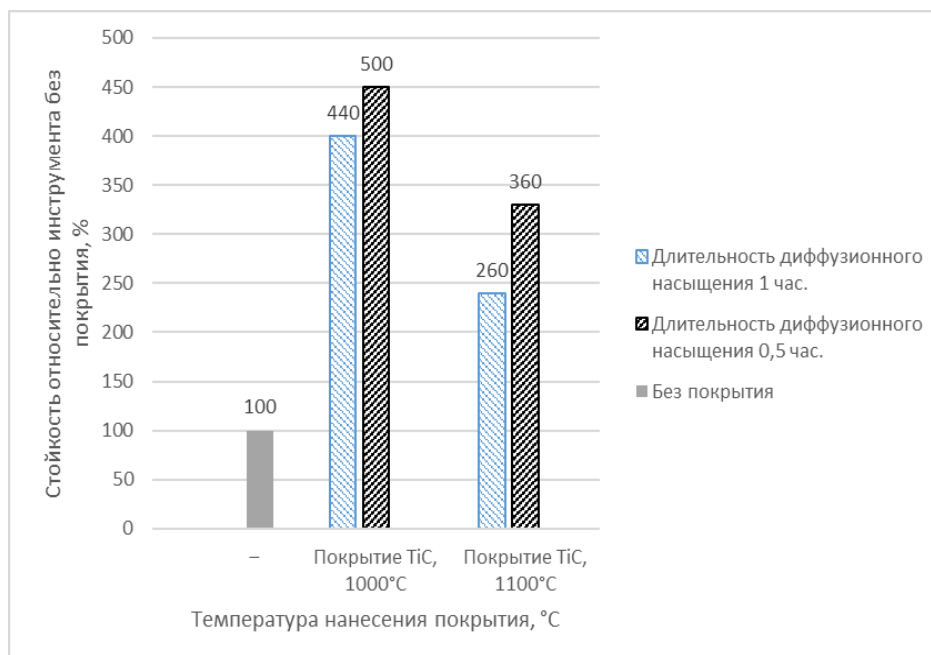
Однако, повышенная концентрация углерода в покрытии способствует снижению стойкости инструмента за счет увеличения хрупкости покрытия.

Испытания режущего инструмента с нанесенными на его поверхность диффузионными титановыми покрытиями показали, что наличие покрытий существенно влияет на стойкость инструмента и на качество обработанной поверхности.

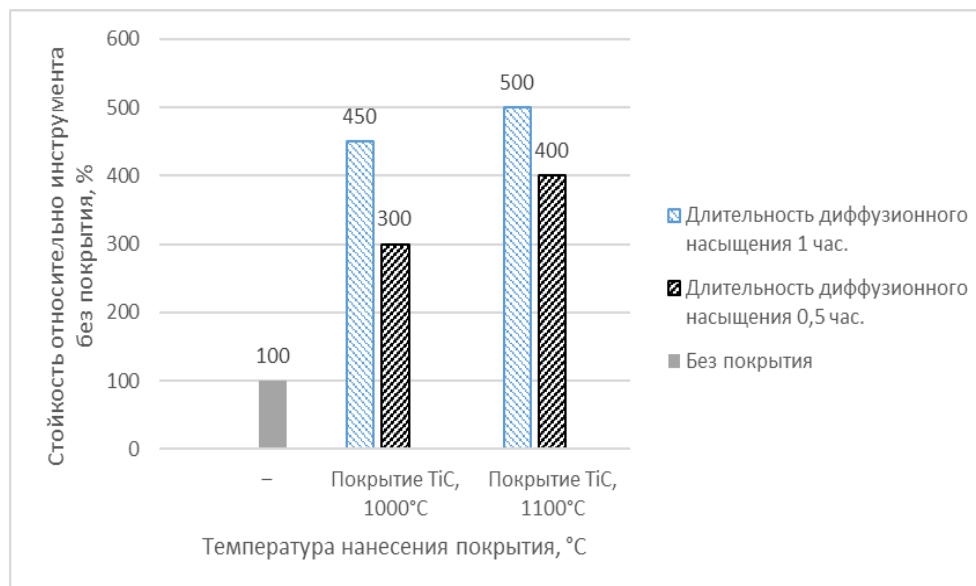
Покрытия наносились в различных технологических режимах. Варьировалась температура и время выдержки изделий в расплаве. Нанесение покрытий проводилось при температуре 1000-1100°C, длительность выдержки 30-60 минут. Зависимость стойкости

инструмента от режимов нанесения диффузионных титановых покрытий представлена на рисунке 3. При испытаниях за 100% принималась стойкость инструмента без покрытия.

Так, при нанесении покрытия на режущий инструмент при температуре 1000°C и выдержкой 30 минут, изготовленный из твердого сплава марки T15K6, его стойкость увеличивается в 5 раз (рис.3а). Аналогичное повышение стойкости в 5 раз наблюдается так же и при нанесении покрытия на режущий инструмент, изготовленный из твердого сплава BK8, но уже при температуре 1100°C и длительности выдержки 60 минут (рис. 3б).



а)



б)

Рис.3 - Зависимость стойкости режущих пластин от режима нанесения покрытия: а) пластин, изготовленных из твердого сплава марки T15K6; б) пластин, изготовленных из твердого сплава марки ВК8.

Проведенные исследования по оптимизации технологического процесса диффузионного титанирования твердосплавных инструментов показали, что период стойкости инструментов с покрытием зависит как от режимов предварительной цементации, так и от температуры и длительности нанесения самого покрытия, а также от состава твердого сплава. От вышеуказанных факторов зависит элементный и фазовый состав, а также структура покрытия, и как следствие - такие его свойства, как толщина, твердость, износостойкость, стойкость к адгезионному схватыванию.

Таким образом, нанесение диффузионных титановых покрытий на твердосплавной инструмент способно увеличить его период стойкости в 5 раз относительно инструмента без покрытия, и может быть использовано как эффективный способ обработки режущего твердосплавного инструмента.

Список используемых источников

1. Григорьев С.Н., Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2011. – 368 с.: ил.
2. Соколов А.Г. Разработка теоретических и технологических основ повышения стойкости режущего и штампового инструмента за счет диффузионной металлизации из среды легкоплавких жидкометаллических растворов: Дис. д-ра техн.наук: 05.01.02. – Краснодар, 2008. – 369 с.
3. Патент №2451108 РФ, МПК С23 С 10/26 (2006.01). Способ обработки инструмента из стали или твердого сплава/ А.Г. Соколов (РФ), Мансиа Салахалдин (РФ) – Заявлено 04.10.2010; опубл. 20.05.2012, Бюл. №14.
4. Патент № 2521187, МПК С23С 10/18; С23С 2/04 (2006.01) Устройство для диффузионной металлизации в среде легкоплавких жидкометаллических растворов / А.Г. Соколов РФ – заявлено 25.10.12; опуб. 27.06.2014, Бюл. №18.