

ной механоактивации трехкомпонентной смеси. В процессе синтеза, ведущей стадией процесса являлось образование монокарбида титана, соединений на основе Ti–Ni в системе не обнаружено. Разработанный способ позволяет получать порошковые нанокompозиты для дальнейшего напыления покрытий [17, 18].

Список литературы

1. Гаркунов Д.Н., Балабанов В.И. Восстановление двигателей внутреннего сгорания без их разборки // Тяжелое машиностроение. 2000. № 2. С. 18–22.
2. Robert V.H. Plasma-Spray Coating. Principles and Applications. Weinheim; New York; Basel; Cambridge; Tokyo: VCH. 1996. 339 p.
3. Андреев А.А., Картамазов Г.Н., Кунченко В.В. Покрытия для поршневых колец // Тяжелое машиностроение. 2000. № 2. С. 9.
4. Собачкин А.В., Попова А.А., Назаров И.В. Структура и свойства газодетонационных покрытий различного функционального назначения на основе порошков слоистых механокомпозитов с металлической и интерметаллидной матрицей // Упрочняющие технологии и покрытия. 2013. № 6 (102). С. 16–22.
5. Leong C.C., Lu L., H.Fuh J.Y., Wong Y.S. In-situ formation of copper matrix composites by laser sintering // Mater. Sci. Eng. A. 2002. Vol. 338. P. 81–88.
6. Travitzky N., Kuraar P., Sandhage K.H., Janssen R., Claussen N. In-situ synthesis of Al₂O₃ reinforced Ni-based composites // Adv. Eng. Mater. 2003. V. 5. № 4. P. 256–259.
7. Собачкин А.В., Яковлев В.И., Ситников А.А. Применение методов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и механоактивационной обработки для создания новых наплавочных материалов // Заготовительные производства в машиностроении 2012. № 9. С. 17–22.
8. Tu J.P., Wang N.Y., Yang Y.Z., Qi W.X., Liu F., Zhang X.B., Lu H.M., Liu M.S. Preparation and properties of TiB₂ nanoparticle reinforced copper matrix composites by in situ processing // Mater. Lett. 2002. V. 52. P. 448–452.
9. Питюлин А. Н. Силовое компактирование в СВС-процессах // Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: теория и практика. Черноголовка : Изд-во «Территория», 2001. С. 333–353.
10. Fu Z.Y., Wang H., Wang W.M., Yuan R.Z. Composites fabricated by self-propagating high-temperature synthesis // J. Mater. Proc. Tech. 2003. V. 137. P. 30–34.
11. Gotman I., Koczak M.J., Shtessel E. Fabrication of Al matrix in situ composites via self-propagating synthesis // J. Mater. Sci. Eng. A. 1994. Vol. 187. P. 189–199.
12. Xu Q., Zhaug X., Han J., He X., Kvanin V.L. Combustion synthesis and densification of titanium diboride-copper matrix composite // Materials Letters. 2003. V. 57. P. 4439–4444.
13. Loginova M.V., Yakovlev V.I., Sitnikov A.A., Sobachkin A.V., Ivanov S.G., Negodyaev A.Z., Gradoboev A.V. The evolution of structural and phase states of titanium aluminides after γ irradiation in small doses // The Physics of Metals and Metallography. 2017. T. 118. № 2. P. 170–175.
14. Zhang X., He X., Han J., Qu W., Kvanin V.L. Combustion synthesis and densification of large-scale TiC-xNi cermets // Materials Letters. 2002. V. 56. P. 183–187.
15. Sndarshan T.S. Tools for engineered surfaces // Surface Engineering. 1998. V. 14. N 6. P. 449–450.
16. Логинова М.В., Яковлев В.И., Филимонов В.Ю., Ситников А.А., Собачкин А.В., Иванов С.Г., Градобоев А.В. Морфология и структурные характеристики порошковых механокомпозитов Ti+Al после облучения // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2017. Т. 14. № 4. С. 464–469.
17. Sobachkin A.V., Sitnikov A.A., Sviridov A.P. Evaluation of wear resistance of products on the basis of mechanically activated materials // Applied Mechanics and Materials. 2015. T. 698. С. 374.
18. Собачкин А.В., Яковлев В.И., Ситников А.А., Логинова М.В., Иванов С.Г., Свиридов А.П. Особенности формирования покрытий из алюмоматричного углеродсодержащего композиционного материала при газодетонационном напылении // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2015. Т. 12. № 4. С. 444–449.

СВЯЗЬ СВОЙСТВ ОКСИДНЫХ СТРУКТУР, ФОРМИРУЕМЫХ НА КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬЮ

*В. П. Нестеренко, к.т.н., доц., А. А. Ласуков, к.т.н., доц., О. Ю. Ретюнский, к.т.н., доц.
Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета
652050, г.Юрга, ул. Ленинградская 26, тел. (38451) 77761
E-mail: lasukow@rambler.ru*

Исследовали влияние степени кислотности оксидных структур, образующихся на контактных поверхностях твердосплавных режущих инструментов группы применяемости Р на их износостойкость при резании материалов, вызывающих интенсивный диффузионный износ. Было установлено, что с умень-

шением степени кислотности поверхностной пленочной оксидной массы, формируемой на контактных поверхностях режущего клина, износостойкость режущих инструментов приобретает тенденцию к росту.

Investigated the effect of the degree of acidity oxide structures formed in the contact zones of instrumental and processed materials on the wear resistance of carbide cutting tools, group applicability P, in the processing of materials, causing intense adhesive wear. It was found that with increasing degree of acidity formed in the contact zones oxide weight increases the wear resistance of cutting tools.

Для изготовления деталей и узлов различных машин широко применяется класс конструкционных сталей, подвергающихся обработке твердосплавными режущими инструментами группы применимости Р. Высокая исходная надежность данных инструментов может гарантировать установленные стандарты качества создаваемой продукции и её конкурентоспособность. Вследствие этого эффективное использование и точное прогнозирование работоспособности режущих инструментов при их непосредственном использовании имеет большое значение.

Величина износостойкости режущих инструментов, а также её разброс в значительной степени зависит от свойств, формируемых на их контактных поверхностях оксидных пленочных структур. Тонкие оксидные пленки, образующиеся на контактных поверхностях режущего клина, оказывают большое влияние на рабочие характеристики режущих инструментов – износостойкость, прочность, общую надежность. Они снижают интенсивность диффузионных процессов в зонах контакта и экранируют твердофазные реакции с обрабатываемым материалом. Было установлено, что на интенсивность твердофазного химического взаимодействия поверхностей инструментального и обрабатываемого материалов большое влияние оказывают кислотно-основные характеристики оксидных структур, формирующихся в зонах их контакта. При уменьшении степени кислотности поверхностных оксидных структур износостойкость режущих инструментов при обработке ими материалов, вызывающих интенсивный диффузионный износ, приобретает тенденцию к росту. К обрабатываемым материалам, вызывающим ускоренное диффузионное (химическое) разрушение режущего клина, относятся стали ферритного, перлитного, ледебуритного и мартенситного классов. Данные группы сталей подвергаются обработке, как правило, твердосплавными режущими инструментами группы применимости – Р [1]. Одновременно с повышением износостойкости при снижении степени кислотности поверхностной оксидной структуры, формируемой на контактных поверхностях твердосплавных режущих инструментов, происходит также и снижение коэффициента вариации данной рабочей характеристики.

Исследование износостойкости твердосплавных режущих пластин группы применимости Р осуществляли на токарно-винторезном станке. В качестве обрабатываемого материала использовалась сталь 50Х, вызывающая интенсивный диффузионный износ. Режущим инструментом служили твердосплавные пластины промышленной марки Т15К6, относящиеся к вышеуказанной группе. Скорость резания заготовки, продольная подача и глубина резания при испытаниях устанавливались, соответственно, 190 м/мин, 0,21 мм/об., 1,5 мм. Износостойкость оценивалась в минутах времени работы режущего инструмента до установленного критерия потери режущих свойств. За критерий потери режущих свойств, принимался износ по задней поверхности режущего клина, равный 0,8 мм.

После испытания твердосплавные режущие пластины очищали в специальном растворе, а затем, после сушки, подвергали окислению в электрической печи с открытым доступом в зону нагрева атмосферного воздуха. Температура окисления режущих пластин в печи примерно соответствовала температуре, действующей в зоне контакта инструментального и обрабатываемого материалов, и равнялась 1050⁰С. После завершения операции окисления, остывания и извлечения образцов из печи с их поверхностей снимали оксидные образования и подвергали измельчению. Затем у полученной измельченной порошковой оксидной массы измеряли комплексный показатель силы и концентрации кислотно-основных активных центров – рН. Измерения проводили на универсальном иономере мод. ЭВ-74. Для этого брали навеску приготовленной порошковой оксидной структуры массой 0,4-0,5 г и помещали в потенциометрическую ячейку с дистиллированной водой объемом 25 мл. Её рН равнялась 6,9-7,0 ед. Потенциометрическая ячейка оснащалась магнитной мешалкой. В ячейке располагались также электроды: хлорид-серебряный ЭВЛ-1М3 и стеклянный ЭСЛ-43-07. Иономер соединялся с компьютером, а непрерывно регистрируемые в ячейке данные электродвижущей силы выводились на дисплей. В итоге при измерении получали зависимость рН раствора в ячейке от времени начала адсорбции электродом протонов, образующихся в результате диссоциации молекул воды на протоны и гидроксильные группы. Разложение воды происходит на поверхности исследуемой оксидной порошковой массы, инициируется данной структурой и определяется ее свойствами. На основании полученных данных по износостойкости режущих пластин и значений степени кислотности оксидной массы, формируемой

при нагревании на их контактных поверхностях, строилась зависимость: износостойкость режущих пластин – степень кислотности поверхностной оксидной массы.

В результате исследований было установлено, что между износостойкостью твердосплавных режущих инструментов группы применяемости Р и комплексным показателем кислотно-основных свойств их оксидных поверхностных структур – рН, формируемых при нагревании, существует довольно тесная корреляционная связь.

На рис. 1 представлена зависимость изменения износостойкости режущих пластин из твердого сплава Т15К6 от комплексного показателя кислотно-основных свойств оксидной массы, сформированной на их поверхности в процессе высокотемпературного нагревания в электрической печи. Как следует из графика, с понижением степени кислотности (повышения основности) поверхностной оксидной массы наблюдается устойчивая тенденция к повышению износостойкости режущих инструментов.

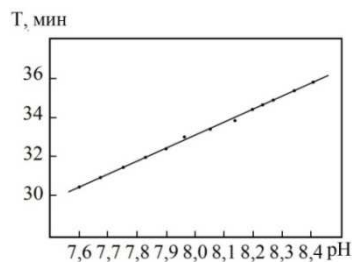


Рис. 1. Изменение износостойкости режущих пластин из твердого сплава Т15К6 при резании стали 50Х в зависимости от степени кислотности оксидной структуры, формируемой на контактных поверхностях режущего инструмента.

Степень кислотности оксидной массы, образующейся на твердосплавной поверхности, определяется силой и концентрацией формируемых на ней активных центров. С увеличением силы и концентрации основных центров на поверхности и, соответственно, снижения силы и концентрации кислотных центров комплексный показатель кислотно-основных свойств рН возрастает.

Итоговая степень кислотности, характеризующая поверхностную оксидную структуру, образующуюся при нагревании твердосплавных режущих пластин в электрической печи и, соответственно, в процессе резания сталей, определяется многими факторами.

Считается, что твердой кислотой является оксидное образование способное отдавать протон или принимать электронную пару, а твердым основанием считается оксидное образование способное принимать протон и отдавать электроны [2]. В процессе окисления контактных поверхностей формируемая оксидная масса в зависимости от ряда факторов может приобретать ту или иную тенденцию к проявлению донорно-акцепторных характеристик.

К основным факторам относятся следующие: исходный химический состав карбидных зерен и кобальтовой прослойки, характер синтеза карбидных зерен, температура и продолжительность спекания композиции, среда, в которой производится спекание, итоговая степень химического взаимодействия между металлом и углеродом в карбидной структуре, напряженно-деформированное состояние на границе раздела карбидных зерен и кобальтовой прослойки, наличие структурных дефектов у данных компонентов твердых сплавов, другие условия, оказывающие влияние на формирование поверхностных оксидных формирований и т.д. Отмеченные факторы условий и состава, в которых получают твердосплавные материалы, в значительной степени оказывают влияние на свойства образующихся поверхностных оксидных структур, степень их кислотности и, в итоге, на контактные процессы между инструментальным и обрабатываемым материалами и на износостойкость.

На образование поверхностного ландшафта с преимущественным наличием кислотных или основных свойств оказывает влияние также характер сорбционных процессов между контактными поверхностями и окружающей газовой средой. Это отражается в последовательности и интенсивности окисления карбидных зерен и кобальтовой прослойки.

Образующаяся система кислотно-основных центров, в свою очередь, непрерывно в процессе окисления и износа контактных поверхностей определяет дальнейшее развитие характера сорбционных процессов и формирование некоторых специфических свойств поверхности.

Следствием процессов адсорбции газовых атомов и молекул, появления зародышевых островков и непосредственно окисления является образование на формируемой оксидной поверхности так называемых кислотных или основных активных центров Льюиса и Бренстеда.

Кислотные центры Льюиса в этом случае представляют собой встроенные в оксидную поверхность режущего инструмента катионы металла, обладающие различной степенью ионизации. Кислотными центрами Бренстеда на окисленной твердосплавной поверхности являются адсорбированные гидроксильные группы. Сила кислотных центров Льюиса возрастает с увеличением степени ионизации катиона. Кислотность центров Бренстеда возрастает в том случае, когда энергия между кислородом и водородом в гидроксильной группе снижается, а между кислородом и металлическим катионом, принадлежащим оксидной поверхностной структуре, возрастает.

В процессе резания на контактных поверхностях твердосплавного режущего инструмента формируются структуры, состоящие из пленок оксидов вольфрама, титана и кобальта. Сила и концентрация активных центров на окисленных поверхностях этих компонентов различны. При увеличении температуры эксплуатации режущих инструментов указанные оксиды образуют между собой разнообразные по составу и свойствам твердые растворы. При этом существенно изменяются кислотно-основные свойства и соответственно донорно-акцепторные характеристики контактных поверхностей. Последние вызывают адсорбционные явления и окончательно устанавливают в поверхностной оксидной структуре кислотно-основной баланс.

Оксиды вольфрама и титана относятся преимущественно к группе твердых кислот, а оксид кобальта к твердым основаниям [2]. Интенсивность образования активных центров на поверхности данных оксидов в зависимости от действующей в зонах контакта температуры является неодинаковой. Это объясняется тем, что с ростом температуры растворимость оксида вольфрама в оксиде титана возрастает. Одновременно возрастает растворимость титана и вольфрама в кобальте. При этом также возникает вероятность формирования твердых растворов, для которых растворителем становится оксид вольфрама.

Непрерывно образующиеся комбинации твердых растворов оксидов приводят к постоянному изменению силы и преимущественной дислокации кислотно-основных участков.

Кислотно-основные свойства поверхности в первую очередь характеризуют их донорно-акцепторную активность по отношению к газовым элементам окружающей атмосферы и те свойства, которые образуются в результате химических реакций непосредственно в зонах контакта. При снижении силы и концентрации кислотных центров на оксидных поверхностях твердосплавных режущих инструментов диффузионные процессы, а, следовательно, и твердофазные химические реакции с обрабатываемым материалом замедляются.

Низкая концентрация поверхностных кислотных центров полностью нейтрализуется за счет адсорбции внутренней и внешней восстановительной газовой атмосферы. Интегральная сила высокой концентрации кислотных центров не полностью нейтрализуется за счет адсорбции основных ионов и молекул газовой среды. Это способствует интенсификации твердофазных реакций инструментального материала с обрабатываемым.

Следствием последнего является то, что общая продолжительность безаварийного функционирования режущих инструментов при обработке ими материалов, вызывающих интенсивный диффузионный износ, снижается. Данное утверждение относится прежде всего к твердосплавным режущим инструментам группы применяемости Р, так как именно они применяются для высокоскоростной обработки углеродистых сталей и могут выдерживать высокие температуры, возникающие в зонах контакта.

Так как состав и напряженно-деформированное состояние отдельных карбидных зерен и кобальтовой связки твердосплавной композиции является достаточно неоднородным, то фазовые превращения в структурах окисляемых компонентов могут наступать через различное время и при разной температуре нагревания. Вследствие этого в образующейся оксидной массе при окислении твердых сплавов всегда будет присутствовать некоторое концентрационное соотношение между основными и кислотными центрами, которые, в общем, будут определять результирующую степень кислотности поверхностной структуры и её адсорбционную активность по отношению к окислительной или восстанавливающей атмосфере.

Большое влияние на формирование активных кислотных или основных центров у образующихся оксидных структур оказывает характер присутствия в составе карбидных соединений углеродной компоненты. Углерод в составе твердосплавной композиции может находиться и в связанном и в свободном состоянии. Соотношение между связанным и свободным углеродом непосредствен-

ным образом оказывает влияние на процессы окисления твердых сплавов и, соответственно, на итоговое проявление оксидами основных или кислотных свойств.

Свободный углерод, как правило, располагается в поверхностной области карбидных зерен. По направлению к центру карбидного зерна взаимодействие между атомами углерода с одной стороны и атомами вольфрама или титана с другой усиливаются. В данном случае стехиометрия карбидного соединения постепенно снижается. Однако, характер снижения стехиометрии может быть различным.

Интенсивность окисления твердосплавных поверхностей повышается с увеличением температуры в зоне трения и доступа кислорода в межконтактное пространство. Карбидные зерна с низкой стехиометрией подвергаются окислению при более низкой температуре резания и при более слабом доступе атмосферной среды в зону контакта. Вследствие этого высокая концентрация кислотных центров в поверхностной оксидной структуре формируется на более ранней стадии эксплуатации режущих инструментов. При высокой стехиометрии карбидных зерен процесс окисления контактных поверхностей режущих инструментов замедляется.

С ростом температуры эксплуатации твердосплавных режущих инструментов процесс окисления карбидов в композиционном материале начинает усиливаться. Образующаяся окись углерода взаимодействует с кислородом гидроксильных групп и адсорбируется в свою очередь на оксидной поверхности, принадлежащей твердосплавной основе. Вследствие этого на поверхности могут формироваться различные виды карбонатно-карбоксилатных групп. Физико-механические характеристики последних определяются состоянием и свойствами поверхностного кислорода, формой его адсорбции. Наиболее реакционноспособным кислородом, участвующим в образовании поверхностных карбонатных соединений является тот, который образует наиболее прочную связь с наименее связанным атомом металла в карбидном соединении [3].

Процесс образования карбонатно-карбоксилатных соединений усиливается с ростом в твердосплавной композиции свободного и слабосвязанного углерода. С увеличением интенсивности образования окиси углерода процесс образования поверхностных карбонатно-карбоксилатных групп смещается в сторону более низких температур, возникающих в зонах контакта.

Карбонатно-карбоксилатные поверхностные соединения относятся к твердым кислотам с различной степенью кислотности. Их увеличение в поверхностной структуре приводит к росту её общей кислотности. Участвуя в катализе твердофазных реакций, происходящих в зоне контакта, они ускоряют разрушение поверхности твердосплавного режущего инструмента.

Свободный углерод в твердосплавной композиции стабилизирует образующуюся анатазную модификацию оксида титана. С уменьшением концентрации свободного углерода анатазная модификация переходит в рутиловую. Кислотность рутила при высоких температурах ниже кислотности анатаза, а поверхностная пленочная структура, состоящая из рутила, значительно лучше экранирует твердофазное взаимодействие инструментального и обрабатываемого материалов.

В соответствии с этим, с уменьшением в составе твердосплавной композиции свободного углерода кислотные свойства, образующейся при высокотемпературном нагревании твердых сплавов оксидной массы, понижаются. На соотношение свободного и связанного углерода в составе твердых сплавов оказывает влияние как исходные концентрации углеродной и металлических компонент, так и кинетические особенности процесса карбидизации порошков вольфрама и титана [4].

На интенсивность окисления углерода в составе карбидного зерна большое влияние оказывает водород, адсорбированный структурой при спекании компонентов, а также примеси, входящие в состав компонентов твердого сплава.

Образующаяся в процессе окисления композита окись углерода может участвовать в восстановительных процессах наряду с имеющейся в твердосплавной структуре примесью водорода. Внутреннюю восстановительную атмосферу могут составлять и углеводородные соединения, возникающие в зонах контакта инструментального и обрабатываемого материалов при взаимодействии водорода с газовыми соединениями, образующимися при температурной деградации карбидных соединений.

При некоторой температуре резания на контактных поверхностях начинают развиваться процессы испарения и сублимации оксидов. Это приводит к разрушению поверхностных оксидных соединений и кислотно-основной структуры. Это приводит к усилению твердофазных реакций и снижению износостойкости режущих инструментов [5].

Достижение наименьшей кислотности у пленочных оксидных образований достигается с одной стороны за счет снижения интенсивности формирования на их поверхности активных кислотных

центров. С другой стороны достижение низкой кислотности происходит за счет эффективной адсорбции кислотными центрами атомов и молекул восстановительной газовой атмосферы.

При разрушении поверхностной оксидной структуры, за счет испарения и сублимации, адсорбция окислительной газовой среды начинает преобладать над адсорбцией восстановительной среды. В этом случае пленочные поверхностные оксидные структуры перестают выполнять роль защитного барьера от диффузионных процессов.

При резании сталей оксидные соединения, как правило, размещаются на контактных поверхностях как сплошным образом (в виде тонких пленок), так и избирательно (в микро- и макрополостях поверхностных дефектов твердосплавной структуры, образующихся и видоизменяющихся в процессе износа режущих инструментов). В зависимости от тепловой напряженности, возникающей на контактных поверхностях, переход от одной формы размещения к другой может происходить с различной периодичностью и интенсивностью. С изменением формы размещения изменяются также и степень кислотности оксидных структур. Оксидные соединения в микрополостях имеют более высокую стехиометрию и, соответственно, более низкую кислотность.

Было установлено, что поверхностные оксидные структуры, сформированные при нагревании твердосплавных режущих пластин в электрической печи при одинаковой температуре равной 1050 °С, имеют различные значения комплексного показателя степени кислотности рН.

Наиболее высокие показатели по износостойкости получены у твердосплавных режущих пластин, на контактных поверхностях которых формируются оксидные структуры с наиболее низкой кислотностью. Это можно связать с тем, что свойства таких оксидных структур обеспечивают наиболее успешное экранирование диффузионных процессов в межконтактной зоне и, таким образом, предотвращают начало или замедляют развитие уже происходящих твердофазных реакций между инструментальным и обрабатываемым материалами.

Как показали исследования, скорость и степень окисления карбидных зерен вольфрама, титана и кобальтовой связки в твердосплавной композиции увеличивается с ростом исходной дефектности их структуры. Дефектность компонентов твердого сплава, в свою очередь, возрастает с увеличением времени размола порошков, а также при увеличении температуры спекания твердосплавных формовок [6].

Увеличение степени окисления компонентов инструментального материала приводит к снижению энергии связи тонкой оксидной пленки с твердосплавной поверхностью и увеличению энергии связи между отдельными элементами оксидного формирования. Причем, можно предположить, что доля ионной связи в формируемых в этих условия оксидах снижается, а ковалентной возрастает. Вместе с тем ионная связь между элементами тонкой оксидной пленки предполагает наличие свойств у структуры, обеспечивающих её более эффективную реконструкцию после различных видов разрушения [7].

С изменением степени кислотности оксидной массы, формирующейся на контактных поверхностях, и, соответственно, её свойств, изменяется и характер взаимодействия режущего инструмента с обрабатываемым материалом. Изменяется средний коэффициент трения и контактные напряжения. Уровень твердофазных взаимодействий контактных поверхностей режущего инструмента, имеющего оксидный ландшафт с низкой степенью кислотности, с оксидным ландшафтом контактных поверхностей обрабатываемого материала становится достаточно низким. Это исключает диффузионные процессы в зонах контакта и возможные химические реакции между инструментальным и обрабатываемым материалами. Указанные явления становятся возможными вследствие того, что на контактных поверхностях обрабатываемых, инструментами группы применяемости Р, материалов - углеродистых и легированных углеродистых сталей, формируются, преимущественно, оксидные пленки с достаточно низкими степенями кислотности (высокой степенью основности). Данный факт подтверждается, в том числе, и определением степени кислотности оксидной массы, полученной, при нагревании стальных образцов из указанного класса обрабатываемых материалов в электрической печи с открытым доступом атмосферного воздуха. Низкую степень интегральной кислотности поверхностным оксидам обрабатываемых материалов создают в данном случае примеси оксидов кремния, кальция, магния, алюминия, входящими в состав ферросплавов.

С уменьшением степени кислотности поверхностных пленочных оксидов, принадлежащих контактным поверхностям режущих инструментов, снижается их реакционная активность по отношению к оксидной структуре, формируемой на контактных поверхностях обрабатываемого материала.

Снижение прочности химической связи между кислородом и водородом у адсорбируемых оксидных пленок гидроксильных групп и повышение прочности связи между металлическим катионом, принадлежащим оксидной поверхности и кислородом, способствует повышению плотности и прочности поверхностной оксидной структуры. Это одновременно приводит к повышению теплопроводности поверхностной оксидной массы и снижению теплонапряженности в межконтактном пространстве [8]. Вследствие этого тепло, генерируемое зонами контакта, в большей мере подвергается рассеиванию. В этом случае обеспечивается высокая механическая надежность поверхностных оксидных структур, а развитие диффузионных процессов интенсифицируется при более высоких температурах.

Наименее интенсивно подвергаются твердофазным реакциям контактные поверхности инструментального и обрабатываемого материалов, имеющие оксидные структуры с одинаковыми кислотно-основными характеристиками. С уменьшением различия в типе, концентрации и силе активных центров взаимодействие оксидных структур снижается, а эффективность подобного контакта, как экрана против диффузионных процессов на границе фаз, возрастает.

Процесс образования поверхностных диссипативных структур происходит в результате взаимного растворения оксидов. Степень кислотности у оксида вольфрама выше, чем у оксида титана и кобальта. С ростом степени растворения оксида вольфрама в оксиде титана и повышения их общей растворимости в оксиде кобальта степень итоговой кислотности снижается. Вследствие этого экранирующая способность оксидной пленки, направленная против диффузионных процессов, развивающихся в зонах контакта, возрастает, а износостойкость режущих инструментов, приобретает тенденцию к росту.

Состояние с сильно повышенной или сильно пониженной концентрацией основных или кислотных активных центров в структуре поверхностной оксидной структуры возникает из-за неравномерного распределения в композиции отдельных оксидных образований и их соединений.

Если в области расположения сильного основного центра локализуется некоторое количество сильных кислотных центров, то общая концентрация и сила основных активных центров снижается. Это приводит к повышению интенсивности взаимодействия оксидных структур контактных поверхностей режущего и обрабатываемого материалов. Следствием является разрушение оксидных пленок за счет интенсификации локальных диффузионных процессов в зонах контакта, развитие в данной зоне твердофазных реакций, повышение износа и снижение основных эксплуатационных характеристик твердосплавного режущего инструмента группы применяемости Р. Подобное происходит при расположении в окрестности сильного кислотного центра оксидной поверхности некоторого количества сильных основных центров. Процесс равномерного регулирования концентрации активных центров в поверхностной оксидной структуре можно осуществлять, прежде всего, за счет легирования компонентов состава твердых сплавов теми или иными элементами, снижающими параметры различных видов ликвации [9].

Общая износостойкость твердосплавных режущих инструментов группы применяемости Р при обработке материалов, вызывающих интенсивный диффузионный износ зависит как от физико-химических характеристик компонентов твердосплавной композиции, так и от свойств диссипативных пленочных структур, формирующихся на рабочих поверхностях в зонах контакта и от их кислотно-основных характеристик.

Степень кислотности у оксидных образцов, полученных из твердосплавных режущих пластин промышленной марки Т15К6, подчиняется нормальному закону распределения. Как было установлено, закон распределения степени кислотности у оксидных структур, образующихся на режущих пластинах, соответствуют закону распределения износостойкости для режущих инструментов. Снижение разброса степени кислотности у оксидной массы приводит также и к снижению разброса износостойкости режущих инструментов при резании ими материалов, вызывающих интенсивный диффузионный износ и, в частности, углеродистой стали.

Из представленного можно сделать вывод, что с уменьшением степени кислотности поверхностной оксидной пленочной структуры у твердосплавных режущих инструментов происходит снижение вероятности твердофазных взаимодействий в зонах контакта инструментального и обрабатываемого материалов. В итоге износостойкость твердосплавного режущего инструмента приобретает тенденцию к стабилизации и росту.

Проведенные исследования по данному вопросу могут способствовать более целенаправленному подходу к решению вопроса об упрочнении режущих инструментов. Основными направлениями из которых в данное время являются нанесение износостойких покрытий методами физического и химического осаждения вещества из газовой фазы, ионная имплантация химических элементов в поверхностную структуру режущих инструментов, обработка поверхностей высокоэнергетическими ионными и электронными пучками и т.д. Связь между силой и степенью кислотности поверхностных оксидных структур и износостойкостью режущих инструментов можно также использовать для прогнозирования времени их общего рабочего функционирования.

Список литературы

1. ГОСТ 3882 – 74 (с дополнениями).
2. К. Танабе Твердые кислоты и основания. – М.: Мир, 1973. – 183 с.
3. Третьяков В. И. Металлокерамические твердые сплавы. – М.: Металлургия, 1962. – 592 с.
4. Кислотно-основные свойства поверхности фторидов щелочноземельных металлов и магния. Е. П. Мещеряков, А. В. Рудаков, Т. П. Огнева, Т. С. Минакова // Журнал прикладной химии. Т. 68. Вып. 6. 1995. с. 908-913.
5. Казенас Е. К., Чижиков Д. М. Давление и состав пара над окислами химических элементов. – М.: Наука, 1976. – 342 с.
6. Дефекты структуры на поверхности твердых сплавов и их влияние на износостойкость. В. П. Нестеренко, А. С. Сурков, Ю. И. Галанов, К. П. Арефьев. // Материаловедение. №1 (130), 2008. С. 49-56.
7. Кафстад П. Высокотемпературное окисление металлов. – М.: Мир, 1969. – 392 с.
8. Бигеев А. М. Металлургия стали. – Челябинск: Металлургия, 1988. – 480 с.
9. Парфенович И. А. Электронные центры окраски в ионных кристаллах. – Иркутск, 1977. – 208с.

СВЯЗУЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Д.В. Халтурина, студент, Д.Е. Бушуев, студент, А.П. Родзевич, к.ф.-м.н.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26 тел. 8(38451)77761

E-mail: nimez@tpi.ru

В данной статье был проведен сравнительный анализ связующих компонентов, необходимых в создании оболочковых форм для литейной металлургии. Приведены их основные характеристики.

Современная социальная и экономическая обстановка в Российской Федерации и во всем мире содействует в развитии значительного сектора литейного производства, поставляющего заготовки сложных форм как для различного оборудования, так и художественных и декоративных изделий. Это находит свое место в технике, оформлении жилых и административных зданий и различных сооружений, реставрация памятников культуры и многом другом, и всё это требует возрастающего объема высококачественных и точнолитых изделий из различных сплавов.

В настоящее время прослеживается тенденция развития литейного производства в направлении увеличения объемов и скорости литья, производимыми особыми способами, благодаря которым достигаются результаты в точности и качестве отливок, снижение затрат на механическую обработку изделий.

В значительной степени шероховатость поверхности, геометрическая точность отливок, а также качество изготавливаемых изделий зависят от качества керамической формы. Основные свойства в частности технологические и физико-механические свойства формы, зависят от связующих и технологий его приготовления.

Одним из наиболее распространенных связующих в России являются этилсиликаты. Однако ЭТС – это один из наиболее дорогостоящих материалов, из используемых. Его применение с целью изготовления керамических форм потребует использования органических растворителей – аммиака, что образует взрыво- и пожароопасную ситуацию и не благоприятные условия на производстве [3].