

абразивный износ на задней поверхности пластин без участков хрупкого разрушения режущей кромки. Стойкость инструментов из материала марок ZIRCA и CC650 при подаче 0,14 мм/об. различается несущественно, стойкость пластин марки ВОР-71 – в 1,4 раза ниже. Это определяет область применения керамики марки ZIRCA и свидетельствует о целесообразности ее использования при чистовом точении стали марки ШХ15 (*HRC* 56–58) с более высокой подачей, чем при использовании известных аналогов.

Литература

1. Каталог Sandvik Coromant. Токарный инструмент. – Дания: Stibo Graphik, 2000. – 130 р.
2. Панов В. С. Современная инструментальная керамика. Составы и области применения (обзор) // Инструмент. світ. – 2007. – №1(33). – С. 30–33.
3. Васин С. А., Верещака А. С. Резание материалов. Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании. – М.: Изд-во МГТУ, 2001. – 448 с.
4. Панов В. С., Чувилин А. С. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них. : Учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МИСИС, 2001, 428 с.
5. Осипова И. И., Шведков Е. Л. Режущая керамика. 1985–1990 гг. // Порошковая металлургия. – 1992. – № 9. – С. 31 – 45.
6. Керамические инструментальные материалы / Г.Г. Гнесин, И.И. Осипова, Г.Д. Ронталь и др.; под ред. Г. Г. Гнесина. – К.: Техника, 1991. – 338 с.
7. Прокопий Н. М., Дзелялов С. И. Режущая керамика. Состояние и перспективы развития // Вісн. Сумськ. Держ. Ун-ту. Сер. Технічні науки (Машинобудування). – 2005. – № 9(81). – С. 129–134.
8. Kumar A. Senthil, Durai A. Raja and Sornakumar T. Wear behavior of alumina based ceramic cutting tools on machining steels // Tribology Intern.. – 2006. – V. 39. – Is. 3.– P. 191–197.
9. Kumar A. Senthil, Durai A. Raja, Sornakumar T. The effect of tool wear on tool life of alumina-based ceramic cuttingtools while machining hardened martensitic stainless steel // Journ. of Mater. Proces. Technology. – 2006. – V. 173. – P. 151–156.
10. Кузин В. В. Работоспособность режущих инструментов из нитридной керамики при обработке чугунов. // Вестн. машиностроения. – 2004. – № 5. – С. 39–43.
11. Дзелялов С. І. Закономірності формування структури та властивостей керамічного матеріалу інструментального призначення в системі ZrO_2-Al-C . – Автореф. дис. ... канд. техн. наук; спец. 05.03.01 «Матеріалознавство». – К., 2008. – 20 с.

Поступила 09.06.09

УДК 621.793

В. И. Зеленин¹, Н. Г. Третяк¹, В. А. Лукаш², Н. М. Прокопий² кандидаты технических наук, **М. А. Полещук¹, Е. В. Зеленин¹, П. М. Кавуненко¹, И. М. Попович¹,**

¹Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, г. Киев,

²Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ НАПЛАВКИ МЕДИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

The paper presents the design of the tool and materials, hard tungsten-containing alloys of VK type, for manufacture of the work tool for the process of friction stir welding (FSW).

В сталеплавильном производстве при непрерывной разливке стали используют кристаллизаторы из меди высокой теплопроводности, обеспечивающей быстрое образование корки металла на поверхности слитка. При движении слитка через кристаллизатор, в зоне взаимодействия его поверхности со стенкой из меди происходит существенный абразивный износ меди. Это приводит к нарушению начальной геометрии кристаллизатора, выходу его

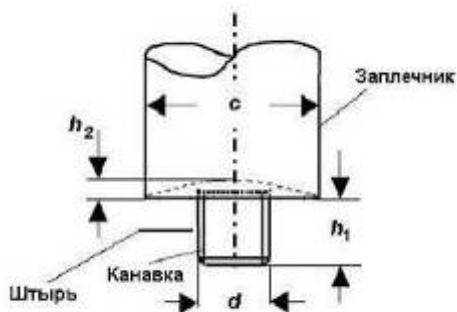


Рис. 1. Схема инструмента для наплавки и сварки трением с перемешиванием

из строя и значительным материальным потерям. В этой связи требуется частое их восстановление. Однако обычной сваркой и наплавкой восстановить кристаллизаторы затруднительно из-за ухудшения их теплопроводности и коробления. Поэтому была рассмотрена возможность использования в этих целях нового процесса сварки в твердой фазе методом трения с перемешиванием (СТП) [1, 2].

В процессе трения о наплавляемый материал температура используемого инструмента может на 100–200 °С превышать температуру рекристаллизации свариваемого металла. Так, опытным путем было установлено, что при сварке меди температура составляет 800–900 °С. Поэтому главной проблемой при сварке

является стойкость вращающегося инструмента который, кроме высоких температурных воздействий, подвергается значительным механическим нагрузкам и должен обладать высокой термостойкостью, теплопроводностью и коррозионной стойкостью. Кроме того большое внимание уделялось конструкциям применяемого инструмента, принципиальная схема которого показана рис. 1. Инструмент представляет собой цилиндр, на контактной торцевой поверхности которого находится штырь с канавкой на поверхности. c , d , h_1 и h_2 – основные размеры инструмента. При вращении, взаимодействуя с перемешиваемым металлом, инструмент подвергается интенсивному влиянию выделяемого тепла.

Известно множество конструкций инструментов для сварки металлов указанным методом, применяемым различными фирмами.

Так, на рис. 2 показаны варианты конструктивных решений изготовления инструментов [3–5].

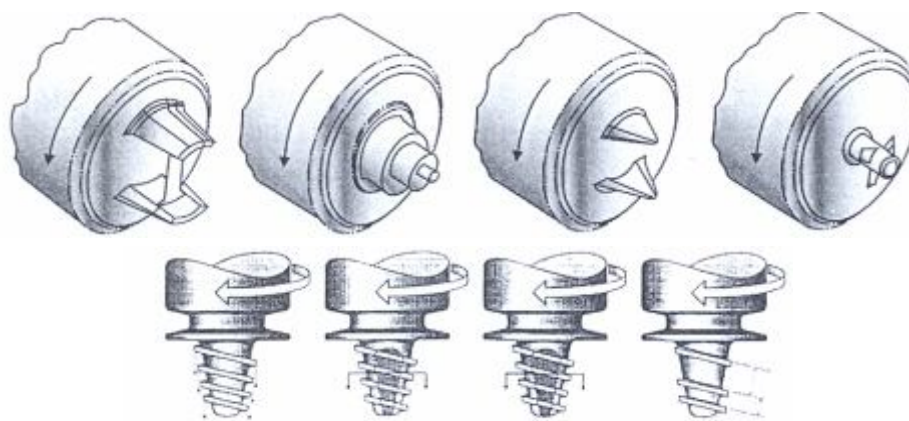


Рис. 2. Возможные конструктивные решения инструментов для сварки трением с перемешиванием, приведенные в литературных источниках [3–5].

В предварительных исследованиях использовали наиболее простой вариант конструкции, эффективный при сварке меди (рис. 3).

В качестве материалов для инструмента использовали жаропрочные и износостойкие материалы, стойкие при высоких температурах, вольфрам содержащие ТС5, ВМ5, релит, сплавы группы ВК с различным содержанием кобальта, жаропрочные сплавы типа ЖС6К.

Из-за трудности изготовления и высокой хрупкости оказались не перспективными такие сплавы, как ТС5 и ВАМ5. Сплавы типа ЖС6К не выдерживали длительной работы. Из вольфрамсодержащих сплавов наиболее подходящими оказались сплавы типа ВК. Для изготовления рабочего инструмента (рис. 4) был выбран твердый сплав марки ВК10КС, как обладающий высокой прочностью и износостойкостью и широко используемый для изготовления породоразрушающего инструмента.

Предварительными исследованиями было установлено, что среди опробованных материалов лучшим по работоспособности оказался твердый сплав марки ВК10С.

Микроструктура сплавов WC–Co преимущественно двухфазная, состоящая из карбида вольфрама и прослойки цементирующей (кобальтовой) фазы. В свою очередь, эта фаза состоит из кобальта, в котором растворено небольшое количество вольфрама и углерода, что не только упрочняет её, но и увеличивает термостойкость.

Обладая высокой твердостью при температурах до 800–900 °С и высокой прочностью (R_b 120 кг/мм²) при необходимой твердости, сплав марки ВК10КС (рис. 4) обеспечивал удовлетворительные результаты.

Экспериментально также установлено, что, несмотря на высокую температуру эксплуатации, инструмент из твердого сплава ВК10КС не подвергается окислению вследствие защиты от контакта с воздухом перемешиваемой меди.

В дальнейшем, исходя из тяжелых термосиловых условий работы такого инструмента,



Рис. 4. Общий вид инструментов, изготовленных из материала ВК10КС

при разработке новых инструментов для сварки и наплавки трением с перемешиванием материалов с различными физико-механическими свойствами необходимо использовать более широкую гамму сверхтвердых материалов. При этом необходимо иметь в виду, что для обеспечения надежной работы инструмента при осуществлении процесса НТП материал, используемый при его изготовлении, должен быть жаропрочным и жаростойким при температуре до 1000 °С.

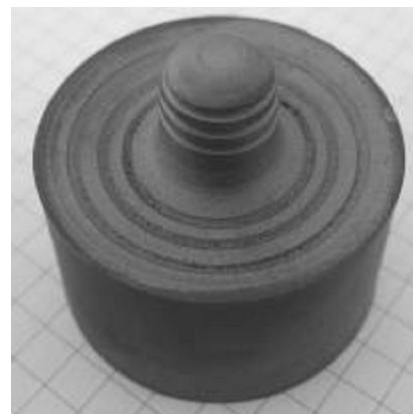


Рис. 3. Общий вид инструмента для наплавки и сварки трением с перемешиванием

Литература

1. М.Л. Жадкевич, Н.Г. Третьяк, П.М. Кавуненкои др./ Сварка и наплавка трением с перемешиванием меди и ее сплавов// Автомат. сварка, 2007, – № 11, – С.28–31.
2. Седерквист Ларс. Сварка на тысячелетия // Светсарен. – 2005. – № 2. – С. 31–32.
3. Pat. GB 2306366A, UK, В 23 К 20/12. Friction stir welding / T.W. Morris, E.D. Nicholas, J.C. Needham et al; Опубл. 1997.
4. Tool technology. The heart of FSW / W. M. Thomas, P. Threadgill, D. Nicholas et al // Connect. – 2000, – July/Aug. – P. 3.
5. Штрикман М. М. Состояние и развитие процесса сварки трением линейных соединений (обзор) // Сварочное производство, – 2007, № 10. – С. 25–32.

Поступила 05.06.09